

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**“SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO”**

CAPÍTULO I.

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES
RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

CARRETERA A PICHILINGUE KM. 18 DENTRO DEL RECINTO PORTUARIO DEL PUERTO COMERCIAL
PICHILINGUE, C.P. 23208, MUNICIPIO DE LA PAZ, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

I.1. BASES DE DISEÑO.

El proyecto que promueve la empresa “**DIESGAS, S.A. de C.V.**” consiste en el diseño y construcción de un “**Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro**”, el cual se pretende instalar en la Bahía de La Paz, en las costas del Golfo de California/Mar de Cortés, a 17 kilómetros aproximadamente de la ciudad de La Paz, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, en Baja California Sur.

En una primera etapa, el almacenamiento semirefrigerado de gas l.p. se llevará a cabo en un solo recipiente esférico con una capacidad de 40,000 barriles, equivalente a 6, 360,000 litros de gas l.p. al 100%

La recepción del gas l.p. se realizará por medio de un buque-tanque, el cual utilizará las bombas propias para hacer llegar el producto a la esfera de almacenamiento. Se considera un flujo de 40 ton/h a una temperatura de -20°C. Posteriormente el gas l.p. será transportado mediante una tubería de 6” de diámetro, desde el buque hasta la esfera de almacenamiento, pasando por un patín de medición con la capacidad suficiente para satisfacer los requerimientos establecidos. A su vez, el Sistema abastecerá de gas l.p. a la planta de distribución de gas l.p. propiedad de la misma empresa y que se encuentra ubicada por el lindero oeste del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Cabe hacer mención que la infraestructura marina y la línea de recepción ya se encuentran totalmente concluida y en operación, una vez que actualmente la planta de distribución de gas l.p. ubicada al Oeste del terreno donde se ubica el terreno donde se pretende el desarrollo del presente proyecto recibe el gas l.p. por medio de la línea de recepción (tubería de 6”). Con el desarrollo del presente proyecto se pretende que el Sistema de Almacenamiento de gas l.p. mediante Planta de Suministro sea quien suministre a la Planta de Distribución de gas l.p.

Asimismo, cabe mencionar que actualmente dicha planta es suministrada de gas l.p. proveniente del BTG Cosalá, sin embargo, una vez que el presente proyecto sea desarrollado se prevé que el buque que provea de gas l.p. al Sistema de Almacenamiento mediante Planta de Suministro sea otro dadas las condiciones de operación en que se manejará el gas en la esfera de almacenamiento.

El área de almacenamiento constará inicialmente de un solo recipiente esférico (TE-101) con capacidad de 40,000 BLS, donde permanecerá almacenado el gas l.p. a una temperatura de -15° C y una presión de 2 – 2.5 Kg/cm² hasta el momento de ser bombeado para el suministro a tanques de la planta de distribución de gas l.p. anexa al predio donde se pretende construir el presente proyecto.

Con el fin de recuperar la carga de vapor que resulta de la refrigeración insuficiente o pérdida de refrigeración se contará con un sistema de licuefacción (relicuado). Asimismo, con el fin de elevar la temperatura del gas l.p. previo al suministro a la planta de distribución, el Sistema contará con un sistema de calentamiento integrados por tres intercambiadores de calor, los cuales estarán ubicados a la salida de las bombas de trasiego de gas l.p., las cuales tendrán una capacidad individual de 833 L.P.M. Considerando un 80% de eficiencia con el gas propano se tendría un flujo de 666.4 LPM

El Sistema de Almacenamiento de gas l.p. mediante Planta de Suministro se diseñará, construirá y operará de conformidad con lo establecido en la:

NOM-015-SECRE-2013. – *Diseño, construcción, seguridad, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de gas licuado de petróleo mediante planta de depósito o planta de suministro que se encuentran directamente vinculados a los sistemas de transporte o distribución por ducto de gas licuado de petróleo, o que forman parte integral de las terminales terrestres o marítimas de importación de dicho producto. DOF: 12/12/2013*

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos mínimos que se deberán observar en lo relativo al diseño, construcción, seguridad, operación y mantenimiento de los Sistemas de almacenamiento de gas licuado de petróleo (GLP) mediante planta de suministro.

Por lo tanto, el promovente debe dar seguimiento a los requerimientos establecidos en esta norma; durante la fase de diseño y construcción deberá apegarse a el *Capítulo 2 “Diseño y Construcción de Sistemas de almacenamiento de GLP”*, una vez concluida la etapa de construcción, se deben realizar las pruebas referidas en la disposición 5.2.1 de esta Norma Oficial Mexicana, que señala que para un sistema nuevo, se deben realizar pruebas pre-operativas, operativas y de desempeño a todo el Sistema de almacenamiento, además deberá asegurarse de contar con los resultados, gráficas y registros de dichas pruebas, las acciones derivadas de las mismas y la bitácora de esas actividades, y proporcionarlas a la Comisión y a la Unidad de Verificación cuando le sean requeridas.

Una vez ya en la etapa de operación deberá cumplir con *Capítulo 5 “Operación de Sistemas de almacenamiento de GLP”* y *Capítulo 6 “Mantenimiento de Sistemas de almacenamiento de GLP”* de los puntos que sean aplicables durante las actividades de operación y mantenimiento respectivamente.

Seguir los procedimientos de seguridad durante el trasiego de gas l.p., el promovente contará con los medios y los procedimientos necesarios para prevenir posibles riesgos durante el trasiego de GLP y, en caso de ocurrencia, para proteger al personal y las instalaciones (5.7.2), y del *Capítulo 7 Seguridad en los Sistemas de almacenamiento de GLP* para garantizar que las instalaciones cuentan con las condiciones mínimas necesarias para garantizar la seguridad en los Sistemas de almacenamiento de GLP de conformidad con la legislación vigente en la materia.

El Permisionario debe obtener por cada etapa en la que se encuentre el sistema de almacenamiento el *Dictamen* correspondiente, emitido por un UV, mediante el cual se acredite el grado de cumplimiento del sistema de almacenamiento de gas l.p.

Además de la Norma maestra de referencia para su Diseño, Construcción y Operación, el proyecto deberá considerar las siguientes Normas:

NORMAS APLICABLES AL PROYECTO:

NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones Eléctricas (utilización).

Esta norma establece las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra las descargas eléctricas, los efectos térmicos, las sobre corrientes, las corrientes de falla y las sobretensiones.

La memoria técnico-descriptiva del sistema eléctrico del proyecto especifica todos y cada uno de los elementos que compondrán la instalación eléctrica en baja tensión, así como justifica, mediante los cálculos correspondientes el cumplimiento de esta norma oficial mexicana.

NOM-009-SESH-2011. Recipientes para contener Gas LP tipo no transportable.

Con respecto al punto 2.5.1 de la norma aplicable los recipientes a presión deben cumplir con las condiciones de diseño establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, o en aquella que la sustituya.

El recipiente de almacenamiento esférico es del tipo E Esfera de 40M Bls. (6 360 m³) deberá cumplir con lo establecido en la NOM-009-SESH-2011 como señala la Memoria de Cálculos, diseño Mecánico y Estructura y al plano PHC-DG-MCE-001.

Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental:

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales

Por no existir alcantarillado en esta zona, se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales (biodigestor) para impedir la contaminación de la zona. Las aguas residuales serán dirigidas a este biodigestor ver plano PCH-DG-CIV—011 Detalle Hidrosanitario del Sistema de Control de Inventario, que será construido bajo las especificaciones de la NOM-006-CNA-1997.

El biodigestor se compone de un área de registro de lodos que recibirá los sólidos que se producen por el biodigestor, otra área de filtración por donde pasa el agua, y la salida del agua a cisterna de 4,500 lts. No se descargará el agua al cuerpo de agua cercano (Bahía de Pichilingue).

Esta infraestructura deberá ser sometida a mantenimiento de forma semestral y/o anual en base al programa de mantenimiento de la empresa, además de realizar análisis de las aguas residuales por una empresa especializada para asegurar que los niveles de contaminantes generados se encuentren por debajo de lo establecido en esta norma.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. DOF 23 de junio de 2006.

El objetivo de esta Norma es establecer el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales, su observancia es obligatoria para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general. En caso de generarse residuos considerados como peligrosos, la empresa deberá registrarse como generadora de residuos peligrosos en la categoría que le corresponda, identificando a estos residuos a partir de la caracterización o análisis CRETIB que establece la norma.

Para su manejo, almacenamiento y disposición final la empresa deberá sujetarse a los procedimientos que establezca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo.

La región donde se ubica el proyecto es considerada como AICA 93 Ensenada de La Paz, Sitio Ramsar Humedales Mogote-Ensenada de La Paz, y Región Marina Prioritaria Complejo Insular de Baja California, estos sitios refugian a especies que se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como las del grupo de Aves: *Sternula antillarum*, ave migratoria se encuentra catalogada como especie en Protección especial; otras, residentes, de igual status que habitan los manglares de la ensenada, son *Ardea herodias*, *Egretta rufescens*, *Larus heemanni*, *Larus livens*, y *Sterna elegans*, por lo que estas especies son susceptibles de encontrarse en el área del proyecto o en el sistema ambiental delimitado.

Para determinar las comunidades faunísticas presentes en el área del proyecto se realizaron observaciones directas no sistemáticas, no se identificaron especies de fauna listados en algún régimen de protección que establece la NOM-059-SEMARNAT-2010 en esta área.

En el área donde se pretende desarrollar el proyecto se registraron especies de flora y fauna citadas en esta norma bajo alguna categoría, por ejemplo; *Larus livens* gaviota pata amarilla sujeta a Protección especial (Pr) no endémica, *Mammillaria albicans* biznaga con categoría de Protección especial (Pr) es endémica. Sin embargo, se considera que por las actividades de la empresa en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), incluso las actividades que se prolongan por hasta 30 años en caso de ser autorizado el proyecto, se resumen al trasiego de gas l.p., no se realizará la afectación de especies flora y fauna, debido a que no se llevará a cabo el aprovechamiento de recursos naturales, además no realizará ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química.

NOM-022-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Por la ubicación del proyecto, inmerso en la poligonal del Sitio Ramsar Humedal El Mogote-Ensenada de La Paz, y su cercanía a los subsistemas de manglar; SALINAS DE PICHILINGUE (NEPOMUCENO) se localiza a 200 metros de distancia con respecto al predio de la empresa en dirección Sur, la región UNIDAD PICHILINGUE UABCS se ubica a 1 km de distancia hacia el Noreste del predio de la empresa, ESTERO BAHÍA FALSA a más de 1,800 metros en dirección Este aproximadamente, el ESTERO EL GATO (EL TESORO) a 2,100 metros hacia el Sureste, y PLAYA PICHILINGUE-BRUJAS a un poco más de 2,600 m al Noreste como se presenta en la figura III.12, las actividades que realice el promovente en todas las etapas que lo componen, estarán sujetas a cumplir con las especificaciones que marca esta norma principalmente para la disposición de los residuos que se generen, por ejemplo;

- Queda prohibido la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.
- El promovente del proyecto será el único responsable del manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos, y residuos peligrosos generados durante la operación y mantenimiento del proyecto.

Finalmente se cuenta con las siguientes Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) para la protección del recurso humano que laboren en las actividades del proyecto, principalmente durante la etapa de operación y mantenimiento. Las presentes Normas rigen en todo el territorio nacional y aplica a todos los centros de trabajo donde existan agentes químicos contaminantes del ambiente laboral.

NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. El objetivo de esta norma es establecer las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores, aplica en todos los centros de trabajo. Menciona una serie de obligaciones y requisitos que el promovente así como el personal que labore durante la etapa de operación y mantenimiento deberá cumplir para conservación de las áreas donde realicen sus actividades en el centro de trabajo.

NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad–Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Siendo su objetivo establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Siendo su objetivo establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Entre los que destacan contar con instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro trabajo al alcance de los trabajadores, la de elaborar un programa anual de revisión mensual de los extintores. Dentro de las actividades de capacitación programadas por la empresa se contempla el cumplimiento de esta norma.

NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. Esta norma establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo en la planta de suministro de gas l.p.

NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Establecer las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.

NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. La cual establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.

NOM-010-STPS-2014. Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral- Reconocimiento, evaluación y control. Estableciendo los procesos y medidas para prevenir riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto a agentes químicos contaminantes del ambiente laboral.

NOM-017-STPS-2008. Equipos de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ésta Norma establece los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.

NOM-018-STPS-2015. Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Establece los requisitos para disponer en los centros de trabajo del sistema armonizado de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir daños a los trabajadores y al personal que actúa en caso de emergencia, por lo que el promovente está obligado a dar a conocer el grado de peligrosidad y los riesgos de las sustancias químicas peligrosas que se utilizan en el centro de trabajo, proporcionar por lo menos una vez al año capacitación a todos los trabajadores que manejen sustancias químicas peligrosas.

NOM-019-STPS-2011. Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene. Establece los requerimientos para la constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo

NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Que establece los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene y la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, la empresa deberá llevar a cabo lo establecido en la presente norma referente a las obligaciones tanto del personal y del promovente. Así como del cumplimiento de los puntos que le sean aplicables.

NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para prevenir los riesgos por electricidad estática, así como por descargas eléctricas atmosféricas.

NOM-028-STPS-2012. Sistema para la administración del trabajo – Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas. Esta norma establece los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir accidentes mayores y proteger de daños a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno.

NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

La empresa DIEGAS, S.A. de C.V. deberá dar cumplimiento a todos y cada uno de los criterios establecidos en dicha normatividad con la finalidad de minimizar los posibles impactos ambientales que pudieran generarse durante las distintas etapas del proyecto.

LEYES Y REGLAMENTOS ESPECÍFICOS APLICABLES AL PROYECTO.

A continuación se presenta la vinculación de lo dispuesto en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y los reglamentos en la materia aplicables, que la empresa DIEGAS, S.A. de C.V., deberá considerar durante la ejecución del proyecto en todas sus etapas.

Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

TEXTO VIGENTE.

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.

Fundamento y vinculación:

Esta Ley señala que la Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:

- I. La seguridad industrial y seguridad operativa;
- II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y
- III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.

En el ejercicio de sus funciones, tomará en consideración lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás ordenamientos aplicables, se realizará la vinculación correspondiente en apartados siguientes.

Que el proyecto comprende una actividad perteneciente al Sector Hidrocarburos, por la construcción y operación de un sistema de almacenamiento de gas l.p. mediante planta de suministro, la cual es competencia de la Agencia de conformidad con la definición señalada en el artículo 3º fracción XI inciso d) de esta Ley.

XI. Sector Hidrocarburos a las actividades siguientes:

- a. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;
- b. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;
- c. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural; d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;
- e. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y f. El transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo

En el artículo 5º se indican las atribuciones que tiene la Agencia, para el proyecto le aplica la siguiente fracción:

XVIII. Expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables.

El artículo 7º. Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5º., serán los siguientes:

I. Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia;

La empresa DIEGAS, S.A. de C.V. pretende la construcción de un sistema de almacenamiento de gas l.p. mediante planta de suministro, con capacidad total de 6,360 m³ de gas l.p. al 100 % (3, 720,918 kg.), contenidos en un recipiente esférico tipo "E" de 40,000 barriles, capacidad que rebasan la cantidad de reporte equivalente a 50,000 kg. de acuerdo con el segundo listado de actividades consideradas como altamente riesgosas. En base al artículo 3º fracción d, el proyecto pertenece al Sector Hidrocarburos.

Con el objeto de contar con la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental correspondiente, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular que incluye actividad altamente riesgosa, apegándose a las normas oficiales mexicanas, lineamientos y ordenamientos vigentes aplicables a este sector, de esta manera la empresa cumplirá con los lineamientos en dicha Ley.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.

TEXTO VIGENTE.

Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio de 2018.

Fundamento y vinculación:

En el artículo 5º de esta Ley se establecen las facultades de la Federación y para el proyecto en particular le son aplicables las siguientes fracciones:

VI. La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas

X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

Que el proyecto es de competencia federal en materia de evaluación de impacto ambiental por pretender la construcción de un centro de almacenamiento de gas l.p., y que de acuerdo al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental dispuesto en el artículo 28, señala que la Agencia establecerá las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría, para efectos del proyecto le corresponde las siguientes fracciones:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

El proyecto pertenece a la industria del petróleo y se refiere a la construcción de un sistema de almacenamiento de gas l.p. mediante planta de suministro, el cual albergará un tanque tipo esférico tipo "E" con capacidad de 40,000 barriles, una vez en etapa de operación sus actividades comprenderán; el recibo y medición de gas l.p., su almacenamiento, la recuperación de vapores de gas l.p., el bombeo y calentamiento de gas l.p. y finalmente el envío de gas l.p. a los 12 tanques de almacenamiento de 250 m³ cada uno, ubicados en la planta de distribución ubicada al Oeste del proyecto. Cabe mencionar que no se llevará a cabo ningún proceso de transformación de materiales, ni se llevará a cabo ninguna reacción química, aunque si, cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

Además, realizando el análisis del área de interés en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA), el área del proyecto está inmerso en área natural protegida, regiones de importancia ambiental y sitio Ramsar, por lo que a continuación se indica que el proyecto es vinculante con las siguientes fracciones:

X. Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
XIII. Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Previamente se tiene que el área del proyecto es gestionada por la Administración Integral Portuaria de Baja California Sur (API-BCS) del Puerto de Pichilingue, quien cedió parcialmente a la empresa una superficie total de 47,544.93 m² conformadas por un área de 22,052 m² de superficie terrestre y un área de 25,492.93 m² de área marina dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, destinadas para la construcción, uso, aprovechamiento y explotación de una terminal de uso particular, para el desembarque, almacenaje y distribución de gas l. p., , también tiene una superficie marina adicional de 4,625.44 m² fuera del recinto Portuario donde opera dos boyas de amarre de un buque gasero. Actualmente la empresa opera una planta de distribución de gas l.p. con capacidad total de 3, 000,000 litros base agua de gas l.p., distribuidos en doce tanques de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros base agua cada uno, contando con las siguientes autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental:

- Resolución en materia de riesgo ambiental correspondiente al proyecto “Construcción y Operación Descarga de Buque Tanque Gasero y Planta de Almacenamiento y Suministro de Gas L.P.” oficio S.G.P.A.-DGIRA.-DIA.-1644/02 emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con fecha del 21 de noviembre de 2002 con una vigencia de 15 años.
- Recientemente, la Dirección General de Gestión Comercial, Unidad de Gestión Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, emitió la resolución procedente en materia de impacto ambiental correspondiente al proyecto denominado “Operación y mantenimiento de la planta de distribución de gas l.p.” mediante Oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/6199/2018 con fecha de emisión del 29 de mayo de 2018, con un vigencia de 14 años.

(Se presentan copias simples de los documentos citados en Anexo B).

Que en cumplimiento al artículo 30 de esta Ley, se presenta a esta Agencia, una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, con la información de los posibles efectos que pudieran generarse por las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto que promueve la empresa DIEGAS, S.A. de C.V. además se proponen las medidas preventivas y/o de mitigación para evitar y/o reducir los efectos negativos sobre los factores bióticos y abióticos en el área de interés, se incluye el Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo, por tratarse de actividades consideradas altamente riesgosas.

Asimismo, se deben considerar los criterios de los artículos 110, 117 y 134, que hacen referencia a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo respectivamente.

De las actividades altamente riesgosas el artículo 147, indica que la realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría (Agencia) un Estudio de Riesgo Ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

Al respecto, el promovente pretende la construcción y operación de un recipiente esférico tipo "E" con capacidad de 40,000 barriles equivalentes a 6,360 m³ de gas l.p. al 100 % (3,720,918 kg.), que rebasa la cantidad de reporte de 50,000 kg. de acuerdo con el Segundo Listado de actividades consideradas como Altamente Riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de mayo de 1992, por lo que en apego a lo indicado en el artículo 147 de esta Ley, se incluye el Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo correspondiente, determinando los posibles alcances de los accidentes en las instalaciones y la intensidad de los efectos adversos en diferentes radios de afectación. Asimismo, deberá dar cumplimiento al artículo 147 BIS; que señala que quienes realicen actividades altamente riesgosas, deberán contar con un seguro de riesgo ambiental.

Recapitulando, el promovente tiene como objeto contar con la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental por la autoridad competente, por lo que somete a evaluación de impacto ambiental las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto denominado; "Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. Mediante Planta de Suministro".

Ley de Puertos. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1993. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 19-12-2016.

Fundamento y vinculación:

El artículo 1 señala que esta Ley es de orden público y de observancia en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, protección y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios.

De la Administración Portuaria Integral el, artículo 38 señala que existirá administración portuaria integral cuando la planeación, programación, desarrollo y demás actos relativos a los bienes y servicios de un puerto, se encomienden en su totalidad a una sociedad mercantil, mediante la concesión para el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes y la prestación de los servicios respectivos.

El área del proyecto se ubica en el Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, dentro de la Bahía de La Paz en las costas del Golfo de California/Mar de Cortés, a 17 km de la ciudad de La Paz, el Recinto Portuario se integra por dos áreas la Zona de Transbordadores y la Zona Comercial y está regulada por la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V.

El Puerto de Pichilingue es un puerto de altura y cabotaje, abriga embarcaciones que transportan carga general, cemento a granel y gas l.p., distinguiéndose por la atención a embarcaciones tipo Ferries en sus rutas regulares La Paz-Mazatlán y La Paz-Topolobampo del estado de Sinaloa, constituyéndose en el principal vínculo con el macizo continental para la transportación de carga y pasaje, se reciben megacruceros cuyo pasaje se traslada a sitios turísticos del Puerto de La Paz. La marina situada en el puerto atiende el segmento de Turismo Náutico que comprende embarcaciones de recreo y yates turísticos, principalmente.

Que, para realizar las actividades del proyecto, el promovente cuenta con una superficie total de 47,544.93 m² conformadas por un área de 22,052 m² de superficie terrestre y un área de 25,492.93 m² de área marina dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, destinadas para la construcción, uso, aprovechamiento y explotación de una terminal de uso particular, para el desembarque, almacenaje y distribución de gas l. p., estas áreas son gestionadas por la Administración Integral Portuaria de Baja California Sur (API-BCS) del Puerto de Pichilingue, también tiene una superficie marina adicional de 4,625.44 m² fuera del recinto Portuario donde opera dos boyas de amarre de un buque gasero.

En total se tiene una superficie de 52,170.37 m², el promovente cuenta con los siguientes permisos, y de acuerdo con los contratos de cesión parcial de derechos se tiene que cumple con los requisitos del artículo 51 de esta Ley:

- Contrato de cesión parcial de derechos y obligaciones que celebran por una parte la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. (API) y la por la otra la empresa CALIGAS DE LA PAZ, S.A. DE C.V. y mediante el cual la API cede parcialmente a la empresa una superficie total de 45,526 m² de zona federal dentro del recinto portuario del Puerto de La Paz, Baja California Sur, que se conforman por 22,052 m² de superficie terrestre y 23,474 m² de superficie marina.
- El convenio modificatorio al contrato de cesión parcial de derechos y obligaciones con fecha del 03 de julio de 2014, además de citar las superficies anteriores se indica que la API otorgó una superficie marina adicional de 2,018.93 m², y que constituyen una superficie total de 47,544.93 m² integrada por 22,052 m² de superficie terrestre y 25,492.93 m² de área marina.
- Oficio número DG/0847/14 de fecha 20 de octubre de 2014 señala que el convenio modificatorio al contrato de cesión parcial de derechos y obligaciones fue debidamente registrado bajo el número APIBCS01-016/02.M2 ante la Dirección General de Puertos de la SCT.
- Título de permiso en favor de CALIGAS DE LA PAZ. S.A. DE C.V., para la operación de dos boyas de amarre de uso articular, propiedad Nacional, en el Puerto de Pichilingue, Municipio de La Paz, Estado de Baja California Sur con fecha del 9 de enero de 2003, otorgada por la Dirección General de Puertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para el uso y aprovechamiento de bienes de dominio público de la Federación, referente a la construcción, uso y aprovechamiento de una terminal para manejo de gas l.p., que opera parte en el área marítima del recinto portuario del Puerto de Pichilingue y otra parte fuera de

él, para lo cual se solicita fuera del recinto portuario, un área marítima de 4,625.44 m², donde se instalará boyas de amarre para el buque tanque gasero.

Asimismo, la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V., ha realizado el acuerdo de fusión de la empresa "DIEGAS, S.A. DE C.V." como Sociedad Fusionante que subsiste, con "CALIGAS DE LA PAZ, S.A. DE C.V.", como Sociedad Fusionada que se extingue; (ver Escritura volumen LV, número 15,097 con fecha del 05 de marzo de 2014), dentro de los acuerdos de fusión, la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V. asumirá a partir del 01 de febrero de 2014, todos los derechos y obligaciones de CALIGAS DE LA PAZ, S.A. DE C.V. de índole fiscal, mercantil, civil o del orden que fueran.

Que las actividades del presente proyecto estarán sujetas a cumplir con las Reglas de Operación del Puerto de Pichilingue, B.C.S. que tienen por objeto regular la administración, funcionamiento, construcción, aprovechamiento, operación y explotación de obras y la prestación de servicios portuarios y las demás actividades que se desarrollen en el Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, Municipio de La Paz, Baja California Sur. Estas Reglas son de observancia obligatoria para la Administración Portuaria Integral, Operadores, Prestadores de Servicios, Cesionarios y Usuarios en general, al contemplar la legislación y normatividad vigentes que se aplica en los Puertos Mexicanos.

El promovente ha realizado el aviso correspondiente ante la APIBCS, S.A. de C.V. de las actividades que pretende, contando con el oficio de acuse dirigido a la Dirección General de la APIBCS, S.A. de C.V. con fecha del 27 de julio de 2018, donde se solicita una ampliación de una superficie terrestre de 1,003.17 m² adicional, que será utilizada para las actividades operativas de la empresa y formará parte del área del proyecto como se indica en el Capítulo II de la MIA-P. Además del oficio de solicitud de autorización de obra "Planta de almacenamiento para suministro de gas l.p. en terminal marítima" con tipo de actividad o giro industrial: Almacenamiento de Gas L.P. considerada de alto riesgo, ubicado en el recinto portuario del Puerto de Pichilingue, B.C.S. dirigido a la Dirección General de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. con fecha del 10 de agosto de 2018.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.

TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 19-01-2018.

Fundamento y vinculación:

Esta Ley tiene como objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para (sólo se menciona aquella vinculante con el proyecto):

VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley.

Durante las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se tendrá la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, y existe

la posibilidad de que se generen residuos peligrosos, por lo que la empresa DIESGAS, S.A. de C.V., deberá de cumplir con lo establecido en esta Ley, para el control, manejo, almacenamiento y la disposición final de los residuos. El artículo 18, señala que los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.

La recolección de los residuos sólidos urbanos podrá ser recolectada por parte de la Dirección de Ingeniería e Infraestructura Portuaria Departamento de Mantenimiento de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur.

Para el caso de los residuos peligrosos, en el artículo 40, se señala que los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Quienes generen residuos peligrosos, deberán manejarlos de forma segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. Además, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador (artículos 41 y 42).

Que el artículo 43, menciona que las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Una vez en etapa de operación y mantenimiento el promovente se deberá registrar de acuerdo con la categoría que le corresponda señaladas en el artículo 44. Así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por el manejo de los residuos sólidos urbanos y en su caso de residuos de residuos peligrosos.

REGLAMENTOS ESPECÍFICOS EN LA MATERIA.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.
TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Fundamento y vinculación:

Este reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. Su aplicación compete a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos cuando se trate de obras, instalaciones o actividades del sector hidrocarburos.

Considerando que el artículo 3° define a las actividades del Sector Hidrocarburos como las actividades señaladas en el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, y que se indicó en el apartado de esta Ley.

El artículo 4° de este reglamento señala que le compete a la Agencia; evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento.

De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones el artículo 5 menciona que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

Para el proyecto le aplica los siguientes incisos:

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS:

IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas;

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales.

S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, éste es de competencia federal en materia de evaluación de impacto ambiental, por ser una obra relacionada con la construcción y operación de un recipiente esférico con una capacidad total de almacenamiento de 6,360 m³ de gas l.p. (3, 720,918 kg), los cuales rebasan la cantidad de reporte de 50,000 kg indicada en el segundo listado de actividades consideradas como altamente riesgosas. Por lo que la empresa DIEGAS, S.A. de C.V. somete a evaluación de impacto ambiental las actividades del proyecto, con el objeto de obtener la autorización de impacto y riesgo ambiental expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Se presenta ante la Agencia la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P) del proyecto nombrado "Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro" a ubicarse en el Recinto Portuario de Pichilingue municipio de La Paz, B.C.S. en cumplimiento con los artículos 9 y 10 fracción II, para que ésta Agencia realice la evaluación del proyecto de las actividades respecto de la que se solicita autorización.

Por último, cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Al respecto, se incluye el Estudio de Riesgo en su Modalidad Análisis de Riesgo, que contiene la información de las fracciones I, II y III del artículo 18.

- I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
- II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y
- III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Reglamento de la Ley de Puertos. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 1994

TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 02-04-2014.

Fundamento y vinculación:

Tiene por objeto reglamentar las actividades de construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, administración y prestación de servicios en los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias previstas en la Ley de Puertos.

Señala que cuando en el título de concesión se determine la admisión de todos los prestadores de servicios portuarios que reúnan los requisitos establecidos, el administrador portuario tendrá la obligación de celebrar contratos con todos los solicitantes, previo cumplimiento de los requisitos que establezcan las reglas de operación del puerto (artículo 32).

Para efectos del proyecto, el 21 de febrero del 2002 se tiene lugar el contrato de cesión parcial de derechos y obligaciones que celebran por una parte la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur S.A. de C.V. (API) y la otra parte CALIGAS DE LA PAZ, S.A. DE C.V. (Cesionario), en el cual se consideran como áreas cedidas la superficie total de 45, 526.41 m² de zona federal del recinto portuario del puerto de La Paz, Baja California Sur, registrado bajo el número APIBCS01-016/02 ante la Dirección General de Puertos de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Posteriormente, el 03 de julio de 2014 se realiza el convenio modificatorio al contrato de cesión parcial de derechos y obligaciones APIBCS01-016/02, que celebran por una parte la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur S.A. de C.V. (LA API), y por otra parte la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V. (Cesionario), este convenio modificatorio además de considerar las superficie anterior, indica que LA API otorgó una superficie marina adicional de 2,018.93 m², y que constituyen una superficie total de 47,544.93 m² integrada por 22,052 m² de superficie terrestre y 25,492.93 m² de área marina. Además, cuenta con una superficie fuera del Recinto Portuario de 4,625.44 m², para la operación de dos boyas de amarre de un buque tanque gasero.

El servicio de amarre y desamarre de cabos, para el atraque y desatraque de embarcaciones se prestará por personas físicas o morales, con permiso de la Secretaría o que hayan celebrado contrato mercantil con el administrador portuario (artículo 65).

Asimismo, la empresa contará con el equipo, embarcaciones y personal necesarios para la eficiente prestación del servicio, de acuerdo con el artículo 67.

Que las actividades operativas del proyecto comprenden: la recepción de gas l.p. mediante buque tanque hasta las instalaciones de DIESGAS, una vez que el buquetanque atracado en el fondeadero de amarre, este permanecerá hasta realizar por completo la descarga de gas l.p., la frecuencia de arribo será dependiendo de la demanda del combustible. Será almacenado en el recipiente esférico de 40,000 mil barriles que abastecerá a la planta de distribución de gas l.p. localizada al Oeste del área del proyecto. Por lo que únicamente se realizarán operaciones de trasiego en donde no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias, puesto que el gas licuado de petróleo sólo pasa de un recipiente a otro sin alterar su composición o modificar las propiedades de éste.

Que el promovente deberá cerciorarse que se ajusta a las REGLAS DE OPERACIÓN correspondientes del Puerto de Pichilingue B.C.S. que establecen las condiciones en materia de construcción, explotación y operación para asegurar que la ejecución de las obras no afectará la continuidad y la eficiente operación del puerto; las actividades de los prestadores de servicios portuarios; las de los cesionarios parciales y las de los usuarios, sin perjuicio de las establecidas en forma particular en el presente Reglamento y demás disposiciones aplicables.

Considerando que la forma de abastecimiento de gas l.p. será mediante buque tanque gasero, en materia de seguridad operativa el artículo 113 establece que los buques que transporten sustancias peligrosas serán atracados en los lugares que señale el administrador y deberán operar con las precauciones y en las horas que él mismo indique; cuando las cargas sean en tránsito se mantendrá a bordo la vigilancia que se considere adecuada, además de las siguientes medidas:

- Queda prohibido fumar en las bodegas cubiertas y pasillos exteriores de los buques mientras efectúan operaciones de carga y descarga (Artículo 115).
- En caso de incendio a bordo o en los muelles en que se encuentre atracado el buque se darán los avisos necesarios con su sirena y otros dispositivos (Artículo 117).
- Los hidrantes y equipos contra incendios estarán debidamente localizados, con sus instrucciones reglamentarias a la vista para facilitar su empleo y no deberán ser obstruidos. Todas las terminales deberán contar con sistemas contra incendio y plan de emergencia (Artículo 118).
- En los recintos portuarios y en los buques estará prohibido encender fogatas (Artículo 120).
- Los trabajos que se hagan en los buques deberán cumplir con las normas relativas a la prevención de la contaminación (Artículo 121).
- Previo a la operación de un buque tanque, el operador de la misma, en coordinación con el oficial responsable de la carga a bordo, deberá verificar la lista de seguridad correspondiente (Artículo 122).

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

Nuevo Reglamento publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006. TEXTO VIGENTE.
Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Fundamento y vinculación:

Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de instalaciones o actividades de dicho sector.

Considerando que las actividades que realiza el promovente pertenecen al Sector Hidrocarburos, se debe de cumplir con las especificaciones que marca este reglamento respecto a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos principalmente.

El artículo 34 Bis, y en términos del artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos, y estarán sujetos a lo previsto en el presente Reglamento.

Que durante las actividades de operación se pueden generar residuos peligrosos, por lo que su identificación se realizará con base a los siguientes criterios:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad,

Atendiendo a las categorías de generadores establecidas en el artículo 42, la empresa DIEGAS, S.A de C.V. se registrará de acuerdo con la modalidad que le aplique, además de considerar, para el almacenamiento de residuos peligrosos, las condiciones indicadas en el artículo 82, y de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular.

Por la ubicación del proyecto en el Puerto de Pichilingue Puerto Comercial, Industrial y Turístico, controlado por la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, el promovente del proyecto deberá sujetarse a las siguientes reglas de operación:

REGLAS DE OPERACIÓN DEL PUERTO DE PICHILINGUE, B.C.S.

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Regla 1. Las presentes Reglas tienen por objeto regular la administración, funcionamiento, construcción, aprovechamiento, operación y explotación de obras y la prestación de servicios portuarios y las demás actividades que se desarrollen en la el Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, Municipio de La Paz, Baja California Sur. Son de observancia obligatoria para la Administración Portuaria Integral, Operadores, Prestadores de Servicios, Cesionarios y Usuarios en general, al contemplar la legislación y normatividad vigentes que se aplica en los Puertos Mexicanos.

En la Regla 3 se establece que el Puerto queda conformado por: El Puerto de Pichilingue Baja California Sur, habilitado por el Ejecutivo Federal para la recepción, abrigo y atención a las embarcaciones, compuesto por el Recinto Portuario y zona de desarrollo, de acuerdo al Diario Oficial de la Federación publicado el 21 de julio de 1997. Está formado por una poligonal que comprende una superficie de agua y una superficie de tierra como se observa en la (Tabla I.1.1.):

Tabla I.1.1. Superficie del Recinto Portuario Puerto Pichilingue

Recinto Portuario Puerto Pichilingue	Superficie (m ²)		Total (m ²)
	Marítima	Terrestre	1,265,593.54
	953,399.69	312,193.85	

Fuente: Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V.

La Zona Marítima Portuaria, está integrada por un canal de acceso, tres dársenas de ciaboga y zonas de atraque y desatraque de embarcaciones, que la empresa cuenta con una zona de maniobras de atraque y desatraque.

Regla 16. En las áreas de atraque, el Administrador y los Operadores de las instalaciones serán responsables de conservar las profundidades establecidas.

El Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, se constituye en el medio marino por la dársena o fondeadero donde atracan las embarcaciones, la dársena cuenta con una profundidad de 10 metros, lo que le permite la recepción de embarcaciones de uso comercial, industrial y turístico. El ancho aproximado de la boca o entrada de la dársena de la Bahía de Pichilingue, es de 600 m, el ancho de la dársena frente las instalaciones marítimas del proyecto es de 1,050 m, la localización de las boyas de sujeción del buque tanque y el posicionamiento de este en las mismas no representa ningún riesgo para la navegación de otro tipo de embarcación.

La Regla 23 señala que para las operaciones de atraque/desatraque de buques tanque para descarga de gas LP, se utilizará la siguiente instalación: Fondeadero de DIESGAS, S.A. de C.V. ver (Tabla I.1.2.).

Tabla I.1.2. Características de la zona de fondeadero de la empresa.

Nombre	Localización		Descripción	Banda de atraque	Altura (m)	Profundidad (m)
	Ubicación	Clave				
Fondeadero de CALI GAS, actualmente propiedad de la empresa DIEGAS, S.A. de C.V.	Comercial	OA14	Fondeadero	1	N/A	-8.0

Fuente: Reglas de Operación Puerto de Pichilingue, B.C.S.

De los ACCESO Y VIALIDADES

La Regla 29, señala que para el ingreso o salida de personas, vehículos y mercancías del recinto portuario se utilizarán las puertas que le correspondan y será conforme al Código PBIP y al Plan de Protección de la Instalación Portuaria.

Para efectos del proyecto le corresponde: VII. La puerta 7.- Situada al final de la avenida principal y que da servicio al Muelle de Usos Múltiples No. 2, a las Terminales especializadas de Cemex y DIEGAS, S.A. de C.V. y las Oficinas Administrativas del Administrador, con uso para entrada y salida de vehículos y personas.

Los accesos estarán controlados por personal de vigilancia del Administrador. Lo anterior, independientemente de las revisiones que corresponda realizar a las Autoridades competentes.

DEL ARRIBO Y DESPACHO DE EMBARCACIONES

Que para las actividades de recepción del gas l.p. el buque tanque gasero deberá contar con la autorización de arribo al puerto, así como los demás permisos y/o autorizaciones que se soliciten para permanecer en el puerto, sin perjuicio de la documentación que conforme a la legislación aplicable vigente.

ATRAQUE Y PERMANENCIA DE EMBARCACIONES

Regla 93. El atraque/desatraque de embarcaciones, se llevará a cabo en cualquier tiempo y hora, siempre y cuando se cumpla con la programación y los requisitos de operación y seguridad marítima Portuaria.

Regla 112. Durante la permanencia de buques en el Puerto, estando atracados o fondeados deberá quedar abordado personal suficiente para su cuidado y operación.

CONTROL AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN especial cumplimiento a las siguientes reglas:

Regla 151. Se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir derrames de combustibles, mineral a granel y fugas de gases en los Muelles y en el cuerpo de agua del Recinto Portuario, de acuerdo con lo establecido por las Normas Oficiales Ambientales.

Regla 153. Las Terminales, Marinas e instalaciones que produzcan efectos contaminantes como son las emisiones de gases, olores, partículas sólidas y líquidas no deberán exceder los niveles máximos permisibles que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas en materia ecológica, expedidos para tal efecto por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, en relación al proyecto en apartado de III.6 de este Capítulo se indican las especificaciones de las Normas aplicables al proyecto.

Regla 154. Se prohíbe derramar hidrocarburos persistentes que se transporten como carga, o que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones. Así mismo, se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y al altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas.

VIGILANCIA Y SEGURIDAD

El promovente del proyecto estará sujeto a cumplir con las medidas de seguridad, conforme al Código PBIP y al Plan de Protección de la Instalación Portuaria:

- I. El control de accesos al Puerto de personas, vehículos y bienes;
- II. Las condiciones de seguridad en instalaciones y áreas comunes;
- III. La verificación de condiciones de seguridad y autorizaciones para el transporte y manejo de sustancias peligrosas;
- IV. Impedir el consumo de bebidas alcohólicas y la introducción y consumo de estupefacientes;
- V. La prevención de la contaminación; y
- VI. Las condiciones de seguridad e higiene en la prestación de servicios portuarios.

El promovente del proyecto debe cerciorarse que se ajusta a las REGLAS DE OPERACIÓN correspondientes del Puerto de Pichilingue B.C.S. que establecen las condiciones en materia de construcción, explotación y operación para asegurar que la ejecución de las obras no afectará la continuidad y la eficiente operación del puerto; las actividades de los prestadores de servicios portuarios; las de los cesionarios parciales y las de los usuarios, sin perjuicio de las establecidas en forma particular en el presente Reglamento y demás disposiciones aplicables.

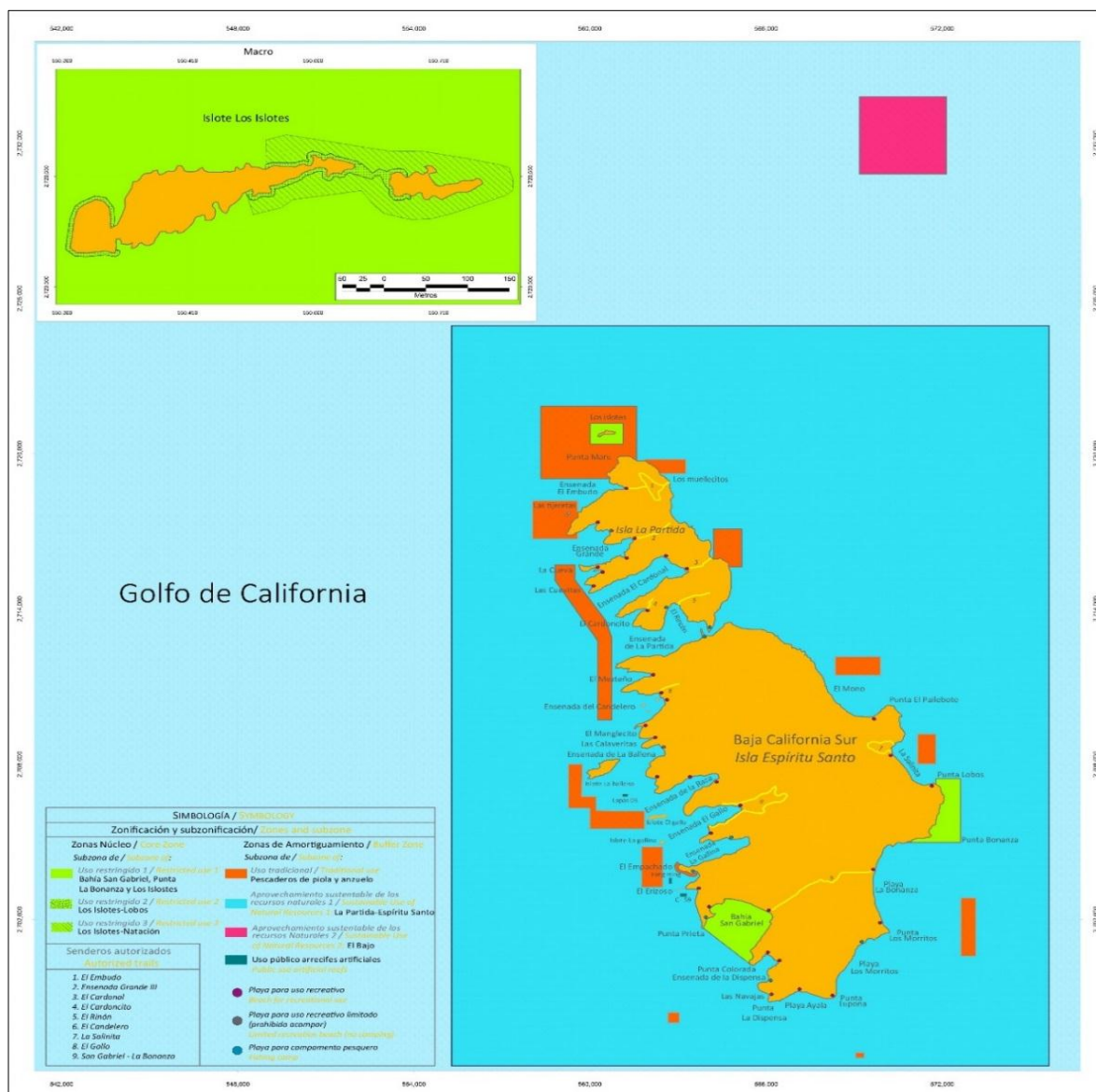
Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

El área del proyecto se ubica en el Área de Influencia del Área Natural Protegida ANP, Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo, exclusivamente la Zona Marina, se estableció con esa categoría mediante el decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 mayo de 2007 ver (Tabla I.1.3.).

Tabla I.1.3. Área Natural Protegida Federal donde se ubica el proyecto.

ANP Federal	Zonificación	Decreto
Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo	Zona de Influencia	Diario Oficial de la Federación el 10 mayo de 2007.

El Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo se ubica en el Golfo de California, frente a las costas del municipio de La Paz, Baja California Sur, con una superficie total de 48 mil 654-83-10.41 hectáreas, integrada por dos polígonos generales, dentro de los cuales se ubican tres Zonas Núcleo que comprenden una superficie total de 666-40-09.38 hectáreas, con su respectiva Zona de Amortiguamiento, con una superficie total de 47 mil 988-43-01.03 hectáreas ver (Figura



I.1.1.).

Figura I.1.1. Parque Nacional exclusivamente la Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo.
Fuente: Programa de Manejo Parque Nacional Exclusivamente La Zona Marina Del Archipiélago De Espíritu Santo.

La zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo representa el cuerpo de agua más grande dentro de la fisiografía del Golfo de California, situación que le confiere condiciones oceanográficas particulares para la concentración específica de pigmentos fotosintéticos que la diferencian del resto del Golfo de California, además de albergar una gran variedad de peces, mamíferos, aves marinas e invertebrados, así como una gran

heterogeneidad de hábitats, como manglares, fondos arenosos, arrecifes rocosos, esteros, playas, bahías y mantos de rodolitos, entre otros, de alta integridad ecológica.

Que la ubicación y la diversidad biológica de la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo crean una situación que lo hacen vulnerable al impacto humano, siendo necesario proteger y preservar los ecosistemas que en él se albergan, a fin de contribuir a incrementar el número de las especies que en ellos habitan, por ser una de las áreas más importantes para el aprovechamiento pesquero y turístico en el sur del Golfo de California.

El proyecto se ubica dentro del Recinto Portuario de Pichilingue, en el municipio de La Paz B.C.S., esta área es considerada como Zona de Influencia del Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo ver (Figura I.1.2.), por lo que se deberá atender las prohibiciones que marca el Artículo Décimo Primero ver (Tabla I.1.4.).

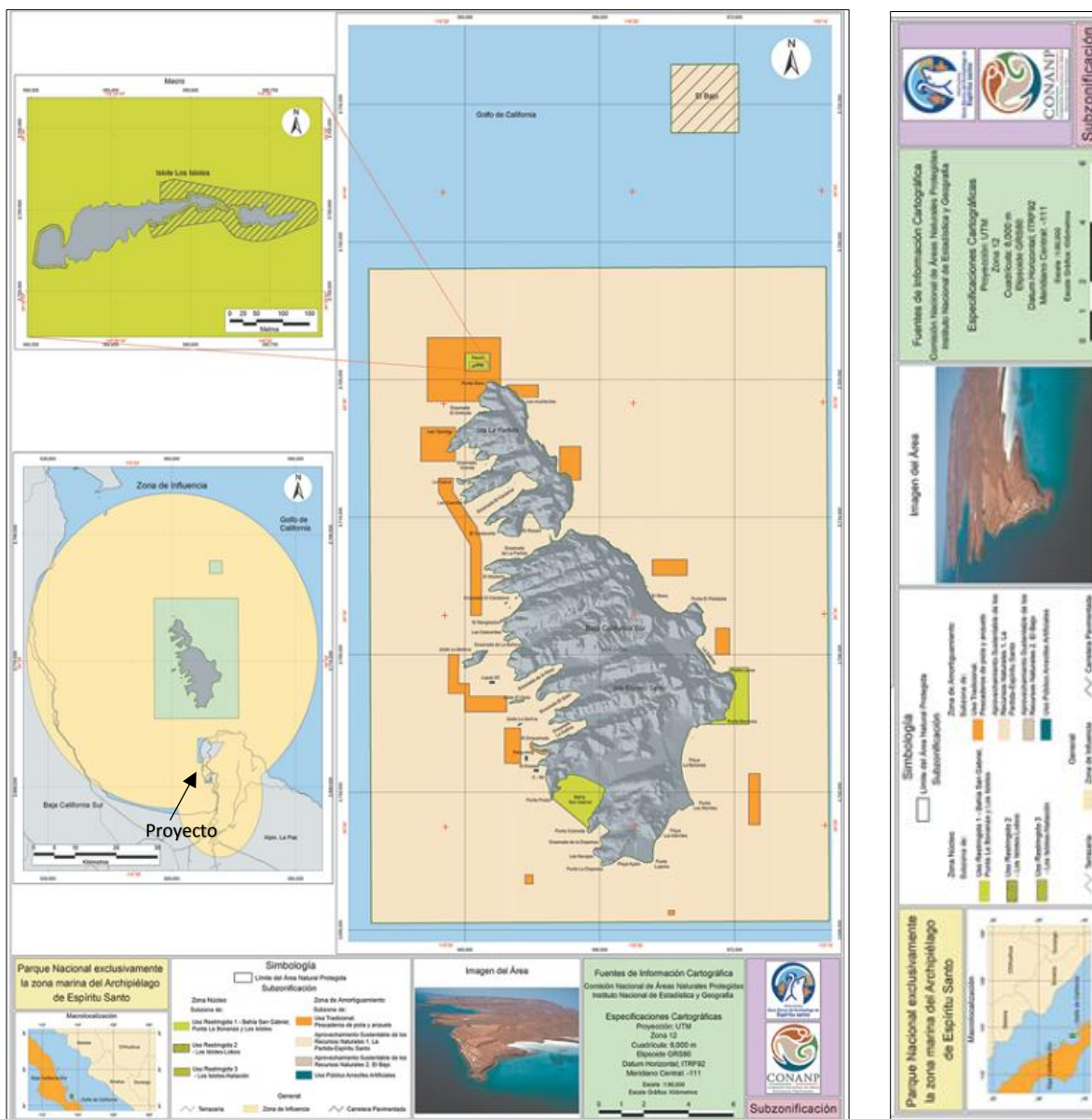


Tabla I.1.4. Prohibiciones que marca el Artículo Décimo Primero.

RESTRICCIONES	RELACIÓN CON EL PROYECTO
I. Verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier otro tipo de material nocivo.	Se tendrá estrictamente prohibido descargar aguas residuales, o depositar de manera inadecuada los residuos sólidos urbanos o de otra índole derivadas de las diferentes actividades que se pretenden en el área, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se contará con casillas sanitarias (sanitarios portátiles), serán contratados a una empresa especializada que brinde el servicio, quien deberá ocuparse de la limpieza y disposición final de los desechos. Para el caso de los residuos sólidos se dispondrán de contenedores adecuados para su almacenamiento temporal, posteriormente serán dispuestos por el servicio de limpia del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue. Una vez en actividades de operación y mantenimiento se tendrá la generación de aguas residuales producto de la limpieza de las instalaciones así como el uso en sanitarios que serán dirigidas a un biodigestor, este sistema impedirá la contaminación de la zona. Se reitera que se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros.
II. Usar explosivos, sin la autorización correspondiente.	Las actividades de la empresa no involucran el manejo de explosivos.
III. Tirar o abandonar desperdicios.	La empresa deberá realizar el manejo y control de todos sus residuos generados, con el fin de no disponerlos en predios colindantes o en sitios no autorizados, en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.
IV. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen aguas con áreas fangosas o limosas dentro del parque nacional o en zonas aledañas.	El área del proyecto se localiza en el Área de Influencia del Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo, específicamente al Sur del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, todo el Recinto constituye una infraestructura bien resguardada por la Bahía de La Paz, con la ventaja de que no requiere acciones de dragado en el canal de navegación, ya que la dinámica de las corrientes marinas lo mantiene sin variaciones significativas. La empresa DIEGAS, S.A. DE C.V. no realizará actividades de dragado, actualmente dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas de sujeción).
V. Emplear plaguicidas y en general cualquier producto contaminante.	Para las actividades de la empresa no se requiere el uso de plaguicidas.
VI. Instalar plataformas o infraestructura de cualquier índole que afecte a los ecosistemas marinos, así como el uso de redes de arrastre.	La infraestructura marina con la que cuenta el promovente está en su totalidad instalada y consiste en un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas de sujeción), en el extremo profundo (9 m) se tienen instalados cuatro tubos de fierro, cédula 80 para uso marino y rellenos de concreto, paralela a línea y para protección de esta contra posibles impactos por embarcaciones marítimas se tiene instalada una línea de tubería de acero a cada lado sobre el lecho marino.
VII. Introducir especies exóticas.	No aplica para el proyecto.
VIII. Realizar actividades que perturben o destruyan los sitios de anidación o reproducción de las especies silvestres.	La empresa no realizará actividades que perturben o destruyan los sitios de anidación o reproducción de las especies silvestres.
IX. Extraer o capturar flora y fauna viva o muerta, así como otros elementos biogénicos, sin autorización.	No se realizan actividades de extracción o captura de flora y fauna.

Que el ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO, señala que las autorizaciones, concesiones o permisos para el aprovechamiento de los recursos naturales en el parque nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo, así como el tránsito de embarcaciones y la realización de cualquier obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro del mismo, deberán sujetarse a los lineamientos establecidos en este Decreto, el

programa de manejo y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar, previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente de los demás permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.

Para cumplir con lo anterior la empresa **DIESGAS, S.A. de C.V.**, previo a la ejecución del proyecto, presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad Particular (MIA-P) con el objeto de obtener la autorización de impacto y riesgo ambiental expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, ajustándose al marco regulatorio al sector hidrocarburos cumplimiento con la legislación y normatividad aplicable y demás ordenamientos legales aplicables que permitan la congruencia del proyecto con éstos.

El Programa de Manejo del Parque Nacional Exclusivamente la Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo constituye el instrumento de planeación y regulación basado en el conocimiento de la problemática del área, los recursos naturales y el uso de los mismos dentro del Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo.

En la Zonificación y Subzonificación del Programa de Manejo se delimitan las subzonas correspondientes en las cuales, según sus características de uso y conservación, se establecen las actividades permitidas y no permitidas en concordancia con el apartado denominado Reglas Administrativas, mismas a las que deberán sujetarse las obras y actividades que se realicen dentro de la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.

El Decreto establece que en las Zonas Núcleo del Parque Nacional solo podrán realizarse actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos: turismo de bajo impacto ambiental, de investigación científica, monitoreo del ambiente y de educación ambiental, por ello el mismo Decreto ordena en su Artículo Noveno que las Zonas Núcleo se integrarán por Subzonas de Uso Restringido.

Cabe mencionar que el proyecto no se ubica en las zonas núcleo del Parque Nacional.

La Zona de Amortiguamiento dentro del Parque Nacional tiene como principal objetivo orientar a que las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, razón por la que el Artículo Décimo del Decreto dispone que su Zona de Amortiguamiento estará integrada por Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales, de uso tradicional y de uso público.

Además de las Normas, Leyes y Reglamentos mencionados anteriormente también considerará la aplicación de los siguientes códigos y reglamentos:

- **Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (2004).**

- **Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal Tomo 1:**
 - Normas técnicas complementarias para el Diseño y Construcción de estructuras de concreto.
 - Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el Diseño Estructural de Edificaciones.
 - Normas técnicas completaría para el Diseño y Construcciones de Cimentaciones.
 - Normas técnicas complementarias para el Diseño por sismo.
- **Cimentación de concreto ACI-318-08.**
- **Manuales de obra civil CFE.** Capítulo C.1.3 Diseño por sismo. Capítulo C.1.4 Diseño por viento

Asimismo, el proyecto considera la observancia de los siguientes códigos internacionales:

American National Standard Institute.	
A.N.S.I.	ANSI-B-2.1, edición 1988 o posteriores. Rosca de tubería.
	ANSI-B-31.3, párrafo 3.41.4.4, edición 1998 o posteriores. Inspección e interpretación de las soldaduras.
	Tuberías A/SA-53B o A/SA-106B de acuerdo con el código B31.3, edición 1988 o posteriores.
	ANSI-B16.5, edición 1988 o posteriores. Bridas y accesorios bridados.
	ANSI-B16.3, edición 1988 o posteriores. Accesorios roscados de hierro maleable.
	ANSI-B16.11, edición 1988 o posteriores. Accesorios forjados para soldadura en caja o roscados como mínimo clase 2000.
American Society of Mechanical Engineers.	
A.S.M.E.	ASME B16.42-1998. Bridas de tubos de hierro dúctiles y conexiones. Clases 150 y 300.
	ASME B16.5. Pipe Flanges & Flanged Fittings
	ASME Sect. VIII Div.1. Rules for Construction of Pressure Vessels
National Fire Protection Association	
NFPA	NFPA 58. Liquefied Petroleum Gas Code. Código de Gas Licuado de Petróleo.

Estas especificaciones se usarán para el diseño de los diversos componentes del Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro, así como para la adquisición de materiales, construcción, operación y mantenimiento.

Otros criterios para la selección del predio donde se pretende desarrollar el proyecto consideran su ubicación, la infraestructura y compatibilidad de las actividades que se desarrollan en el área de interés.

En cuanto a la ubicación del área donde se pretende desarrollar el proyecto cabe mencionar que esta se encuentra dentro del Recinto Portuario del Puerto Comercial Pichilingue, siendo este una zona federal delimitada y determinada por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte y por la de Desarrollo Social en los puertos, terminales y

marinas, que comprende las áreas de agua y terrenos de dominio público destinados al establecimiento de instalaciones y a la prestación de servicios portuarios en el municipio de La Paz, B.C.S.

El Recinto Portuario está formado por una poligonal de 1, 265,593.54 m² que comprende una superficie marina y una superficie terrestre, cuenta con las siguientes áreas: Tres muelles y rampa para transbordadores, una rampa para transbordador, un muelle de pesca, dos muelles de usos múltiples, terminal de cemento, patio de maniobras, patios de almacenaje, una bodega, un cobertizo, un almacén y áreas de revisión para autoridades y oficinas administrativas ver (Figura I.1.3.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura I.1.3. Ubicación del proyecto dentro del Recinto Portuario del Puerto Comercial de Pichilingue.

Confiere hacia el sur una protección natural, por lo cual la localización de las boyas de sujeción del buque tanque y el posicionamiento de este en las mismas no representa ningún riesgo para la navegación de otro tipo de buques. La profundidad presente en la zona de las boyas es de 9 metros. Por lo que el buque tanque que suministrará gas l.p. podrá ingresar al fondeadero de amarre del proyecto a través de la Bahía de Pichilingue.

En la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación, el oleaje en esta zona es baja y no tiene variabilidad estacional, con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado que no pueden entrar al canal de La Paz. Presenta una profundidad de 5 m en ambos lados, incrementando en medio hasta 8.4 y 9.8 m, hacia la bahía.

Niveles de marea	Temporada
Alta (4 a 7m)	Febrero y Abril
Baja (< 4m)	Julio y Septiembre
Aguas tranquilas	Verano
Régimen de marea	Semidiurno a diurno

En cuanto a la batimetría, la Bahía de Pichilingue, presenta profundidades muy variables, es un cuerpo de agua somero y de pendiente suave, con una profundidad que oscila entre 0 y 50 m ver Figura I.1.4.).

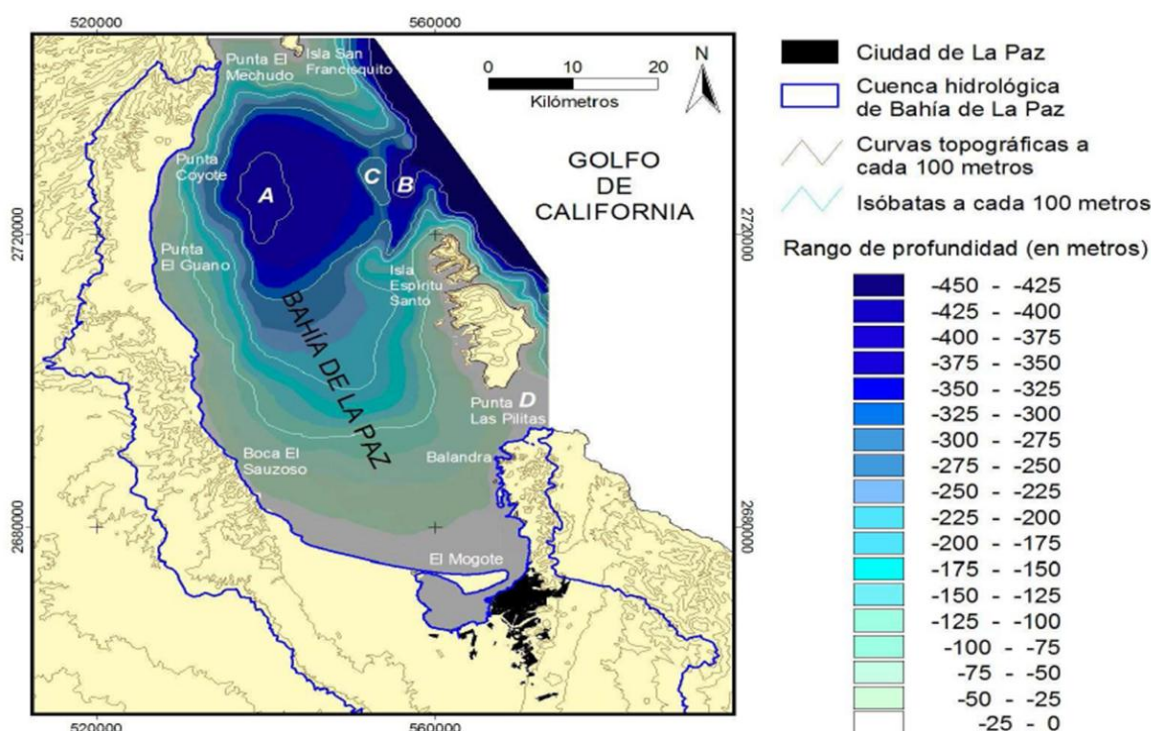


Figura I.1.4. Batimetría en Bahía de Pichilingue.

Fuente: Nava Sánchez, E.H., Gorsline, D.S., Molina-Cruz, A., 2001. The Baja California península borderland: structural and sedimentological characteristics. *Sedimentary Geology* 144, 63-82

Asimismo, esta planta contará con acceso terrestre de amplitud suficiente para permitir la fácil entrada y salida de vehículos y personas de tal manera que sus movimientos no resulten entorpecidos. Se tiene proyectada una salida de emergencia de 6.0 m de ancho para personal y vehículos indicada mediante un letrero correspondiente. Asimismo, los predios colindantes y sus construcciones son compatibles con las actividades que se pretenden desarrollar.

La zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades, tales como: energía eléctrica y vías de comunicación, siendo la principal vía de acceso

terrestre la Av. Principal API, la cual se conecta con la carretera Pichilingue – La Paz

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura I.1.5. Proximidad del área del proyecto con la principal vía pública de acceso al proyecto.

Asimismo, de conformidad con las Reglas de Operación Puerto de Pichilingue y sus anexos, se establece en la regla 29 inciso VII que el acceso a la zona donde la empresa se pretende instalar será restringido, siendo este a través de la puerta 7, mismo acceso que sólo será otorgado por el personal de vigilancia del Administrador.

En el caso de que se llegará a presentar algún evento que requiriera el apoyo de

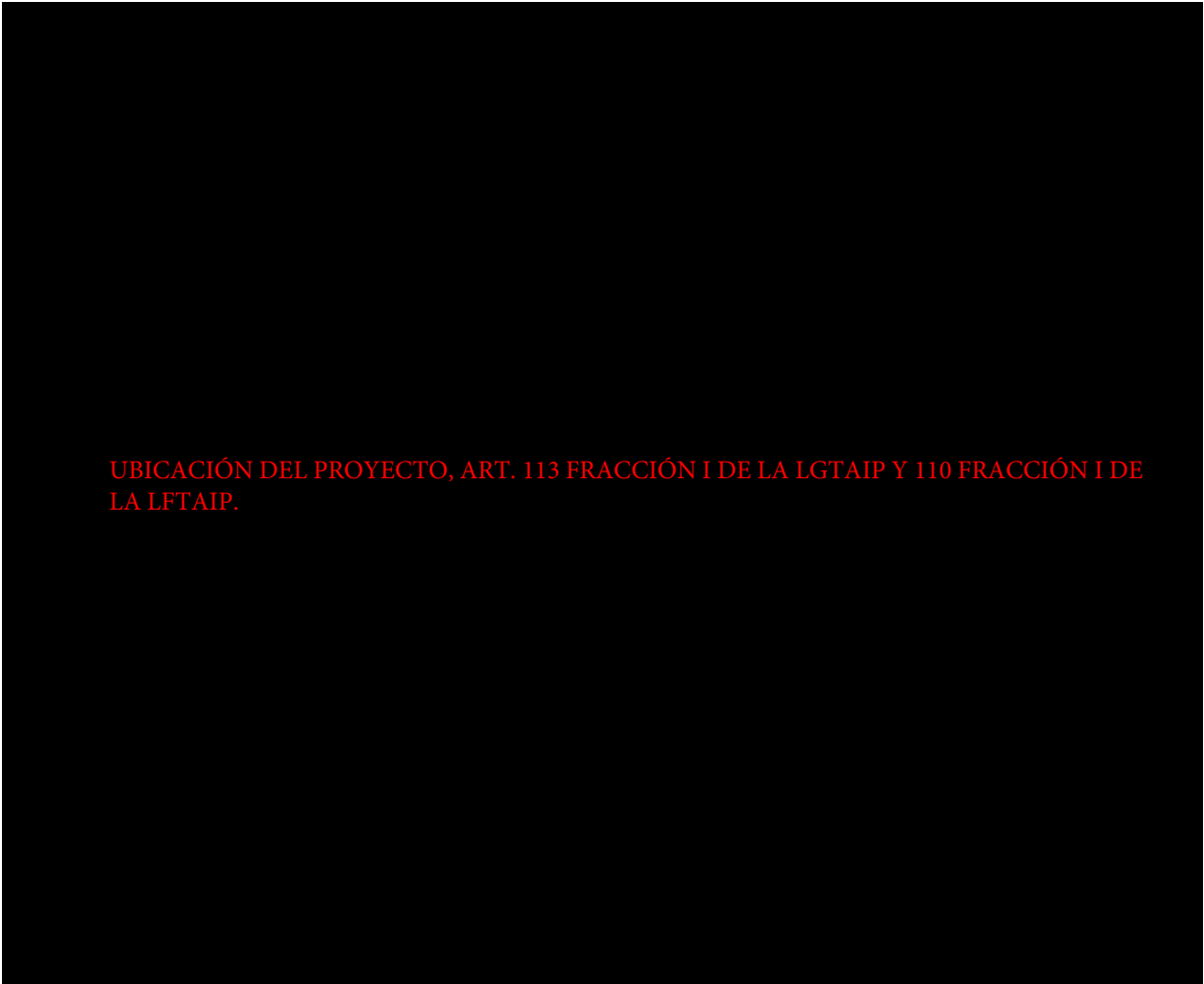


Figura I.1.6. Ruta terrestre de acceso al predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

En cuanto a la proximidad con asentamientos humanos cabe destacar que el predio del proyecto se encuentra totalmente alejado de la mancha urbana, una vez que el recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue se ubica a 17 kilómetros de la ciudad de la Paz, lugar donde se concentra la mayor afluencia poblacional ver (Figura I.1.7.). De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las localidades más cercanas a la zona de interés se presentan en la (Tabla I.1.5.).

Tabla I.1.5. Ubicación de localidades más cercanas a la zona del proyecto.

Localidad	Distancia aprox. con respecto al área del proyecto	Población total Fuente: INEGI. Principales resultados por localidad, ITER. BCS
Puerto Pichilingue	1.468 km	6 personas
La Estela	1.985 km	5 personas
Playa El Tesoro	1.772 km	1 persona

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Respecto a la compatibilidad de actividades, cabe señalar que las edificaciones adyacentes al proyecto se caracterizan por el desarrollo de actividades económicas del tipo portuario, industrial, comercial y turístico. A continuación se indica la distancia de estas con respecto al área del proyecto, y que formarán parte de la dinámica económica en la que se integrará la empresa ver (Figura I.1.8.).

RECINTO PORTUARIO PUERTO DE PICHILINGUE INFRAESTRUCTURA			
1	Muelle y rampa para transbordador No. 1	12	Patio Muelles 1 y 1 Bis
2	Muelle y rampa para transbordador No. 2	13	Patio Muelles 2, 3 y 4.
3	Muelle y rampa para transbordador No. 3		Muelle de Camaroneros
4	Rampa de atraque para carga y pasajeros en transbordador	14	Patio de Muelle
5	Muelle de Usos Múltiples No. 1		Muelle de Usos Múltiples 1
6	Muelle de Usos Múltiples No. 2 y cruceros	15	Patio Muelle
7	Muelle Camaronero		Puerto Comercial
8	Muelle Flotante de CEMEX		Muelle de Usos Múltiples 2

9	Fondeadero de CALIGAS	16	Bodega
	TERMINAL DE TRANSBORDADORES	17	Cobertizo
	ÁREAS DE ALMACENAMIENTO	18	Patio Muelle
	Terminal De Transbordadores	19	Muelle de Cemex (Granel Mineral)

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Asimismo se cuenta con Dictamen Técnico Favorable al Uso de Suelo Portuario, Comercial e Industrial, lo cual concuerda con el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur. ([Anexo B “Autorizaciones, Permisos y Oficios”](#)). Ver (Figura I.1.9.).

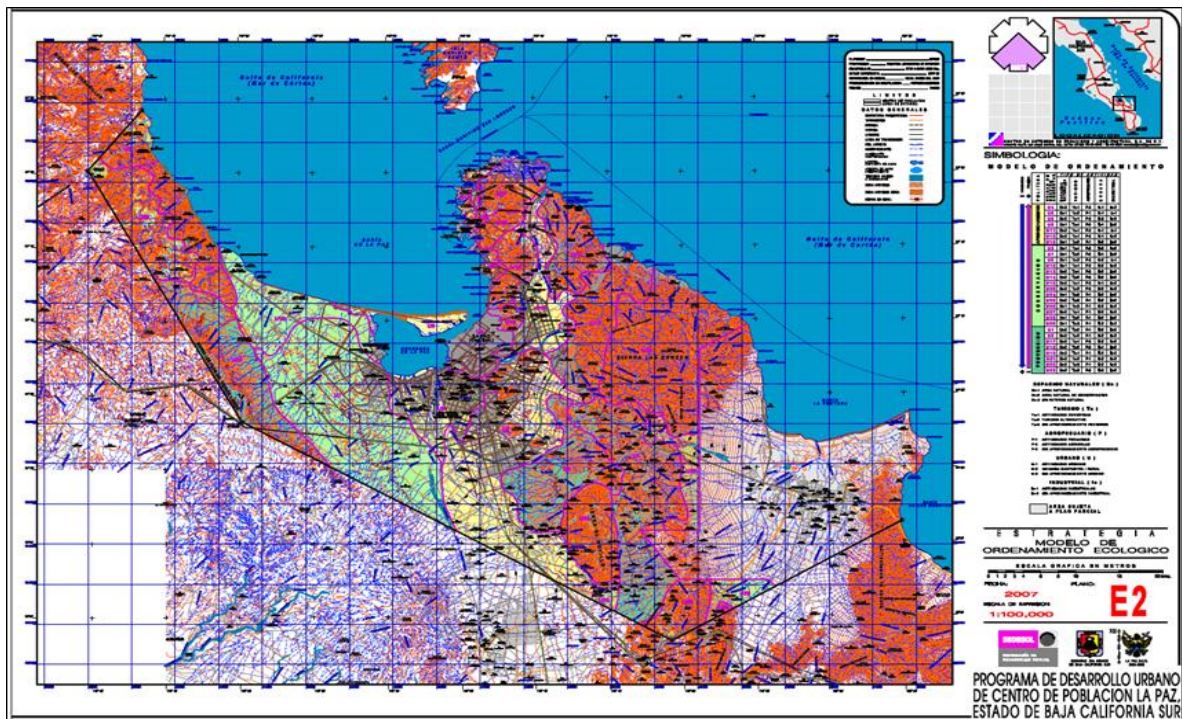


Figura I.1.9. Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura I.1.10. Localización del proyecto dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur

Modelo de Ordenamiento

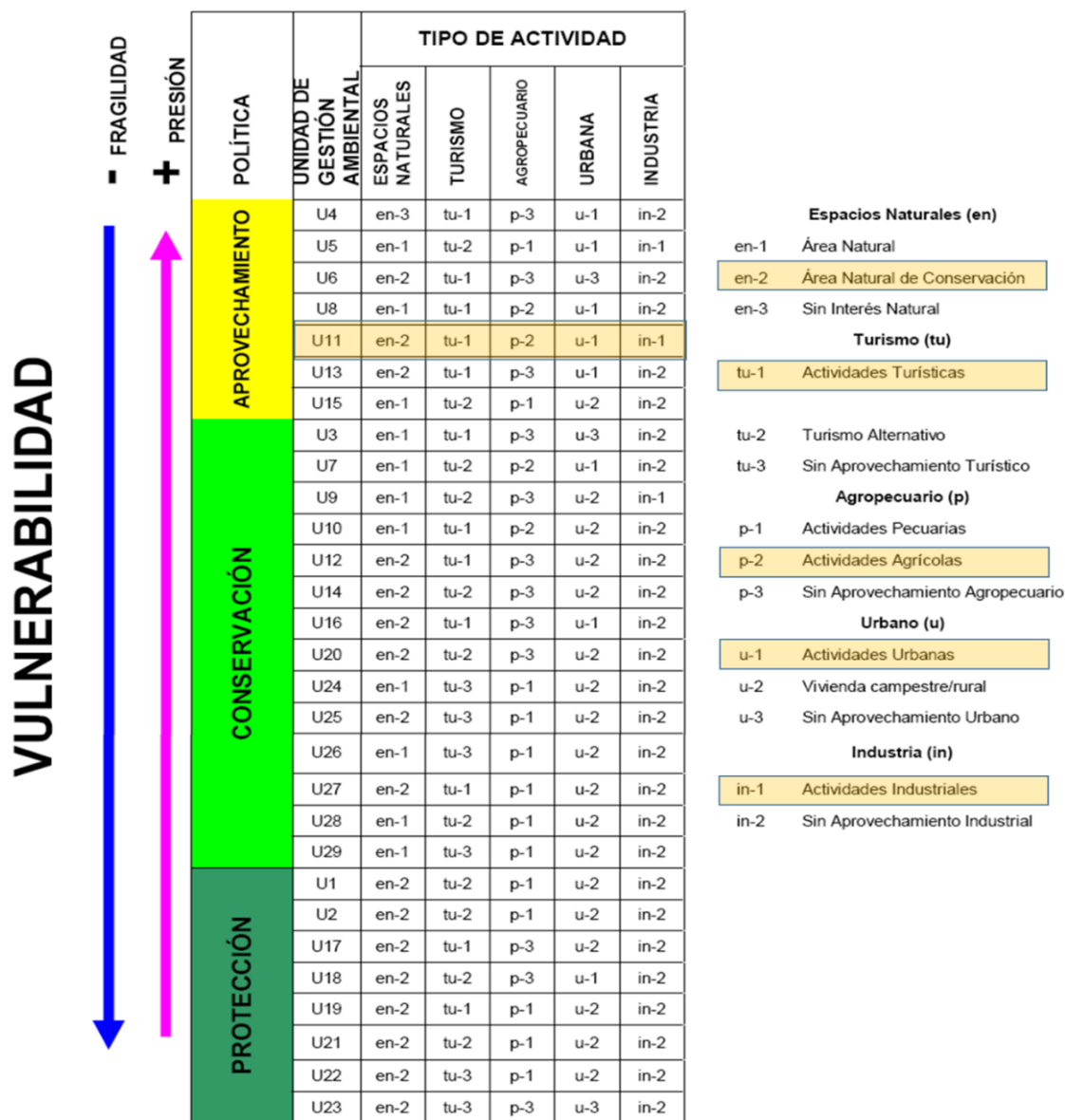


Figura I.1.11. El área del proyecto está inmersa en la UGA U11, con política ambiental de Aprovechamiento.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur.

El proyecto se ubica en la U11 ver (Figura I.1.10.), y (Figura I.1.11.), la política ambiental aplicable es de Aprovechamiento, en la cual se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente. Se considera compatible la ejecución del proyecto por su ubicación en una zona clasificada con Uso de Suelo Portuario, Comercial e Industrial, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue de acuerdo con el Dictamen Técnico Favorable al Uso de Suelo expedido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur.

La zona del proyecto se clasifica con uso de suelo de comercio y servicios, le aplica como depósito de gas u otro tipo de combustibles (doméstico, industrial, productos químicos), siendo sujeto al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Asimismo, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal el proyecto deberá observar los instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se pretende desarrollar el proyecto. Por lo que de acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental SIGEIA-SEMARNAT y en el Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico SIORE-SEMARNAT, se identificaron los siguientes programas:

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Publicado el 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación.

El objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes. Así como establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

La propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización. La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo, en el territorio nacional se definieron 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). Así las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental, asimismo a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

De acuerdo con lo anterior y realizando la georreferenciación del **área del proyecto** con la ayuda del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (**SIGEIA**) y el Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (**SIORE**) de la página oficial de la SEMARNAT, a continuación se presentan las características de la UAB donde incide el proyecto: se ubica en la **Región Ecológica 2.32, Unidad Ambiental Biofísica UAB 4 denominada “Llanos de la Magdalena (Baja California Sur)”** (figura I.10) la **Política Ambiental** aplicable es de **Preservación y Protección** (Figura I.1.11.), su eje rector de desarrollo es **Preservación de Flora y Fauna**, las actividades coadyuvantes del desarrollo son la **Minería** y el **Turismo**, las actividades asociadas al desarrollo son el sector **Forestal** y otros sectores de interés para la región son la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en la siguiente (Tabla I.1.6.) se presentan las características generales de la UAB donde se ubica el proyecto.

Tabla I.1.6. Características de la Región Ecológica donde se ubica el área del proyecto.



Figura I.10. Localización del proyecto en la Región Ecológica 2.32, UAB 4 del POEGT.

REGIÓN ECOLÓGICA:		2.32	
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)		4. Llanos de La Magdalena (Baja California Sur)	
Localización:	Porción centro occidental del estado de Baja California Sur.		
Superficie en km²:	18,690.24 km²	Población 2010:	309,943 hab
Población Indígena:	Sin presencia	Escenario 2033:	Inestable
Política ambiental:	Preservación y Protección		
Nivel de atención prioritaria:	Baja	Rectores del desarrollo:	Preservación de Flora y Fauna
Coadyuvantes del desarrollo:	Minería - Turismo	Asociados del desarrollo:	Forestal
Otros sectores de interés:	CFE -SCT		
Estrategias:	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 44		
Estado actual del Medio Ambiente 2008: Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Alto	Muy baja superficie de ANP's. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 6.1. Muy baja marginación social. Alto índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Baja importancia de la actividad ganadera.		

Fuente: POEGT. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura I.1.11. Política ambiental aplicable al proyecto que promueve la empresa DIESGAS, S.A. de C.V.

Fuente: POEGT. Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE).

Lineamientos y estrategias ecológicas

En el POEGT se establecieron 10 lineamientos ecológicos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por otro lado las estrategias ecológicas definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. Además, se definieron tres grandes grupos de estrategias:

- 1) *Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,*
- 2) *Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y*
- 3) *Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.*

A continuación, se realiza la vinculación con los lineamientos y estrategias ecológicas, se describe la manera en que el proyecto dará cumplimiento aquellos que son aplicables durante sus diferentes etapas (*preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento*) (Tabla I.1.7.), (Tabla I.1.8.).

Tabla I.1.7. Vinculación del proyecto con los lineamientos ecológicos del POEGT.

Lineamiento	Vinculación
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, <u>consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental</u> , desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Para el cumplimiento de este criterio el promovente se ajustará a la observancia de la política ambiental como lo es el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, por lo que la finalidad del presente estudio es obtener previamente a la ejecución del proyecto <u>la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental</u> expedida por la autoridad competente. Para obtener la citada autorización, se presenta una manifestación de impacto ambiental, la cual contiene la evaluación y descripción de los efectos negativos que puede generar el proyecto sobre el ambiente, las medidas necesarias para prevenir y/o mitigar esas alteraciones, además como el proyecto durante la etapa de operación y mantenimiento realizará actividades altamente riesgosas se incluye el estudio de riesgo correspondiente. Todas las actividades del proyecto en sus distintas etapas en lo posible se ajustarán al cumplimiento de la normatividad en materia ambiental aplicable y demás ordenamientos legales aplicables que permitan la congruencia del proyecto con éstos.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.	La actividad de la empresa promovente no tiene participación directa en la instrumentación del POEGT, sin embargo deberá adquirir el compromiso de orientar sus actividades en todas sus etapas en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin dejar atrás el cumplimiento de los criterios, políticas y lineamientos enunciadas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Baja California Sur-Zonificación Secundaria y Modelo de Ordenamiento Ecológico, y de la normatividad aplicable y demás instrumentos de política ambiental.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	La empresa DIEGAS, S.A. de C.V. realizará en las primeras etapas del proyecto acciones como la capacitación para los trabajadores de la obra, enfocadas al cuidado del ambiente, principalmente aquellas orientadas al correcto manejo de los residuos generados. Durante la etapa de operación y mantenimiento periódicamente llevará a cabo la capacitación del personal que labora en las instalaciones en diferentes rubros ambientales que impliquen la conservación de los recursos naturales, el manejo de los residuos sólidos urbanos, en su caso de los residuos peligrosos generados entre otros, con el objeto de aportar una conciencia ambiental responsable.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	Para el cumplimiento de este criterio se hace mención que dentro de los mecanismos de coordinación con las autoridades competentes, la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), vigilará que las instalaciones de DIEGAS, S.A. de C.V. cumplan con las especificaciones técnicas en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y de protección al medio ambiente. Además, la empresa mantendrá constante participación con la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur para el seguimiento de sus actividades, por ejemplo deberá cumplir con las Reglas de Operación del Puerto de Pichilingue, B.C.S. que regulan el funcionamiento, construcción, aprovechamiento, operación y explotación de obras y la prestación de servicios portuarios y las demás actividades que se desarrollen en la el Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue. Finalmente, con el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación indicadas en el Cap. VI de la MIA-P y de las recomendaciones técnicas operativas del presente Estudio de Riesgo se puede proteger y conservar el capital natural y humano del área de interés.

Continuación: Vinculación del proyecto con los lineamientos ecológicos del POEGT.

Lineamiento	Vinculación
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	Cabe recordar que el área proyecto (45,809.5925 m ²) se ubica dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, municipio de La Paz, Baja California Sur, ocupando una superficie terrestre (15,691.2225 m ²) y una superficie marina (30,118.37 m ²), pese a que se encuentra en una zona donde predominan actividades con uso de suelo portuario, comercial e industrial de acuerdo con el dictamen favorable de uso de suelo emitido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de B.C.S., la zona presenta características ecológicas relevantes ya que está inmersa en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur, además se ubica dentro del Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz, y en el área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo, además el sistema ambiental establecido en el Capítulo IV de la MIA-P este incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra), se realiza su respectiva vinculación en apartados más adelante, estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, reglas administrativas, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, y que la empresa DIESGAS, S.A. DE C.V. deberá tener en consideración para el desarrollo de sus actividades en sus diferentes etapas de desarrollo del proyecto. No se considera la afectación de la flora y fauna existente en el sitio, o de alguna especie bajo algún estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, la política ambiental aplicable del POEGT es de Preservación y Protección, por lo que se proponen acciones de prevención y de mitigación que impliquen la conservación de los recursos naturales, principalmente para la disposición y manejo de los residuos sólidos urbanos y en su caso de los residuos peligrosos generados, así como en medidas en materia de seguridad industrial, permitiendo dar cumplimiento a este lineamiento.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	Con el cumplimiento de las acciones y/o medidas de prevención y mitigación establecidas en la MIA en su Cap. VI que juntamente con las recomendaciones técnicas operativas indicadas en el presente estudio de riesgo, se promoverá la protección y conservación del capital natural y humano del área del proyecto.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	El promovente no interviene en la toma de decisiones para la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial, sin embargo deberá cumplir con los criterios y/o estrategias establecidas para el área de interés, la cual está regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California y el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Baja California Sur-Zonificación Secundaria y Modelo de Ordenamiento Ecológico.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	El proyecto en cierta medida fortalece el sistema económico de la región, al generar oportunidades de empleo temporal y permanente en sus distintas etapas. De acuerdo con la regionalización ecológica del POEGT, el área del proyecto índice en la RE 2.32, UAB 4 "Llanos de la Magdalena (Baja California Sur)", su eje rector de desarrollo es Preservación de Flora y Fauna, las actividades coadyuvantes del desarrollo son la Minería y el Turismo, las actividades asociadas al desarrollo son el sector Forestal y otros sectores de interés para la región son CFE y la SCT, de manera indirecta el proyecto impulsa el desarrollo regional por la dotación del combustible, importante insumo para los sectores doméstico, industrial, comercial, entre otros.

Continuación: Vinculación del proyecto con los lineamientos ecológicos del POEGT.

Lineamiento	Vinculación
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	Este criterio no aplica, ya que las actividades de la empresa no intervienen en la determinación e incorporación al SINAP de las áreas prioritarias. Por otro lado se tiene que el área del proyecto se ubica en la zona de influencia del Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo, por lo que la empresa cumplirá con los criterios o reglas administrativas correspondientes que establece el Plan de Manejo del ANP, al mismo tiempo dentro de las medidas de prevención y/o mitigación se proponen acciones que disminuirán el impacto que pudiera generar las actividades del promovente.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	El estado actual del ambiente en la UAB donde incide el proyecto está considerado como estable a medianamente estable, con muy baja o nula degradación de los suelos, baja degradación de la vegetación y baja degradación por desertificación. La modificación antropogénica es muy baja, con porcentaje de zonas urbanas muy baja. La densidad de la población (hab/km ²) muy baja. Con disponibilidad de agua superficial. Para no incrementar las tendencias de degradación, asimismo reducir las afectaciones que se puedan generar por la ejecución del proyecto, se deberán cumplir las medidas preventivas y de mitigación establecidas, así como las recomendaciones técnico-operativas indicadas en el estudio de riesgo correspondiente.

Tabla I.1.8. Vinculación del proyecto con las ESTRATEGIAS aplicables a la UAB 4, Región Ecológica 2.32, Llanos de la Magdalena (Baja California Sur).

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación
A) Preservación	<u>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</u> 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Por la ubicación del proyecto en ecosistemas prioritarios en tanto que está inmerso en regiones como; Sitio RAMSAR, AICA, Región Marina Prioritaria y Área Natural Protegida, áreas que poseen características específicas de conservación con políticas, criterios y estrategias ecológicas, y que la empresa DIESGAS, S.A. DE C.V. deberá tener en consideración para el desarrollo de sus actividades, se realiza la vinculación correspondiente con las regiones prioritarias. Los bienes y servicios ambientales son estructuras y procesos naturales necesarios para el mantenimiento de la calidad ambiental y la realización de las actividades humanas, sin embargo su desarrollo implica un fuerte deterioro de la salud e integridad de los ecosistemas in situ disminuyendo su posibilidad de ofrecer servicios ambientales. Por lo que en relación con la estrategia <u>Valoración de los servicios ambientales</u>, la empresa promovente se ajustará al procedimiento de evaluación de impacto ambiental señalado en la <i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</i>, a través de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular y el presente estudio de riesgo respectivo, se describen los efectos y/o beneficios que se podrían generar en el ambiente, así como las medidas necesarias con el fin de prevenir y/o mitigar los daños al ambiente, la pérdida de los recursos naturales y disminución de los servicios ambientales en general. Por lo tanto, la empresa DIESGAS, S.A. de C.V. será responsable de la conservación y mantenimiento del área de interés durante toda la vida útil del proyecto, esto incluye el debido cumplimiento a los lineamientos, reglamentos y normas oficiales mexicanas aplicables.
	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. <u>8. Valoración de los servicios ambientales.</u>	

Continuación: Vinculación del proyecto con las ESTRATEGIAS aplicables a la UAB 4, Región Ecológica 2.32, Llanos de la Magdalena (Baja California Sur).

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). <u>12. Protección de los ecosistemas.</u> 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	En caso de que por las actividades del proyecto en sus distintas etapas se afecten o puedan ocasionar perjuicios al ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Se proponen acciones encaminadas a la prevención de las afectaciones de los recursos bióticos y abióticos. Cabe mencionar que la empresa promotora no utilizará los recursos naturales del área donde se ubica el proyecto, sin embargo se hará uso de una superficie terrestre de aproximadamente 15,691.2225 m² y una superficie marina de 30,118.37 m² que incluye el uso y aprovechamiento de bienes de dominio público de la federación por la operación de dos boyas de amarre de uso particular en el Puerto de Pichilingue, La Paz, B.C.S. cabe mencionar que el área se encuentra modificada por las actividades portuarias, comerciales, marítimas e industriales de la zona.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica para el proyecto, debido a que las actividades del promotor no involucran la restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. De la aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano se tiene el uso del Sistema de consulta de Información Geocientífica GeoInfoMex de su página oficial para verificar principalmente la geología del área del proyecto (ver en <i>Cap. IV de la MIA</i>), describiendo sus características. Finalmente, para el punto 15 bis el proyecto no corresponde con actividades mineras.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)-beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	De manera indirecta el proyecto impulsa el desarrollo regional por la dotación del combustible, importante insumo para los sectores industrial, comercial además de incluir el sector turístico, entre otros. Asimismo la generación y permanencia de empleos en sus distintas etapas del proyecto.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		Vinculación
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	En la zona de estudio no existe la disponibilidad de agua potable y alcantarillado, el suministro del vital líquido se realizará mediante la contratación de pipas de agua de diferente capacidad. Durante la etapa de operación y mantenimiento será almacenada en una cisterna de 1,000 m³ de capacidad para uso exclusivo del sistema contra incendio, y una cisterna de 326 m³ para el sistema de agua de intercambiadores de calor. Para las aguas residuales las instalaciones contarán con un sistema de tratamiento de aguas

		negras (biodigestor) que estará construido bajo las especificaciones de la NOM-006-CNA-1997.

Continuación: Vinculación del proyecto con las ESTRATEGIAS aplicables a la UAB 4, Región Ecológica 2.32, Llanos de la Magdalena (Baja California Sur).

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		Vinculación
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Asimismo, la empresa llevará a cabo labores para mantener la calidad del agua, así como el aprovechamiento sustentable de dicho recurso para que no se supere la demanda, así como tampoco se genere la contaminación de esta.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	El Recinto Portuario de Pichilingue donde se pretende ubicar el proyecto constituye una infraestructura bien resguardada por la ex Isla de San Juan Nepomuceno, se ubica a 17 km de la ciudad de La Paz y se enlaza con la carretera Transpeninsular No. 1 que comunica hacia el Sur con el municipio de Los Cabos y hacia el Norte con los municipios de Comondú, Loreto y Mulegé, actualmente en la zona se cuenta con acceso de camino consolidado y restringido para tránsito seguro de los vehículos que ingresan al Recinto.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		Vinculación
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	La empresa promotora deberá cumplir con los criterios y/o estrategias establecidas para el área de interés, la cual está regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California y el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Baja California Sur-Zonificación Secundaria y Modelo de Ordenamiento Ecológico.

Finalmente, se considera que a pesar de que el alcance del POEGT no autoriza o prohíbe el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, éste orienta a que los proyectos contribuyan al desarrollo sustentable de la región. Para el proyecto en particular se tiene que en todas sus etapas se generan fuentes de empleo, además al demandar infraestructura y servicios que se obtienen principalmente de forma regional, de esta manera se contribuye con la derrama económica de la zona.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.
Decreto DOF 29 de noviembre de 2006. Acuerdo 15 de diciembre de 2006.

El área del proyecto incide en el **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California**, específicamente en la **UGC1 “Los Cabos-La Paz”** donde los lineamientos y estrategias ecológicas no limitan o se contraponen con el proyecto, se relaciona principalmente a que las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales. En esta Unidad se deberá dar un énfasis especial a la **prevención** que permita mantener los niveles de presión actual, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio y por un nivel de presión marina medio. En la siguiente (Tabla I.1.9.) se presentan las características generales de la UGC1 Los Cabos–La Paz donde incide el proyecto. Así como también se presenta la vinculación con la UGC1 ver (Tabla I.1.10.).

Tabla I.1.9. Características generales de la UGC1 Los Cabos–La Paz

Clave de la Unidad de Gestión Ambiental Costera:	UGC1	Ubicación:	Superficie total:	Principales centros de población
Nombre:	Los Cabos –La Paz	Limita con el litoral del estado de Baja California Sur que va de Los Cabos al norte de la Bahía de La Paz	9,851 km ²	Los Cabos y La Paz

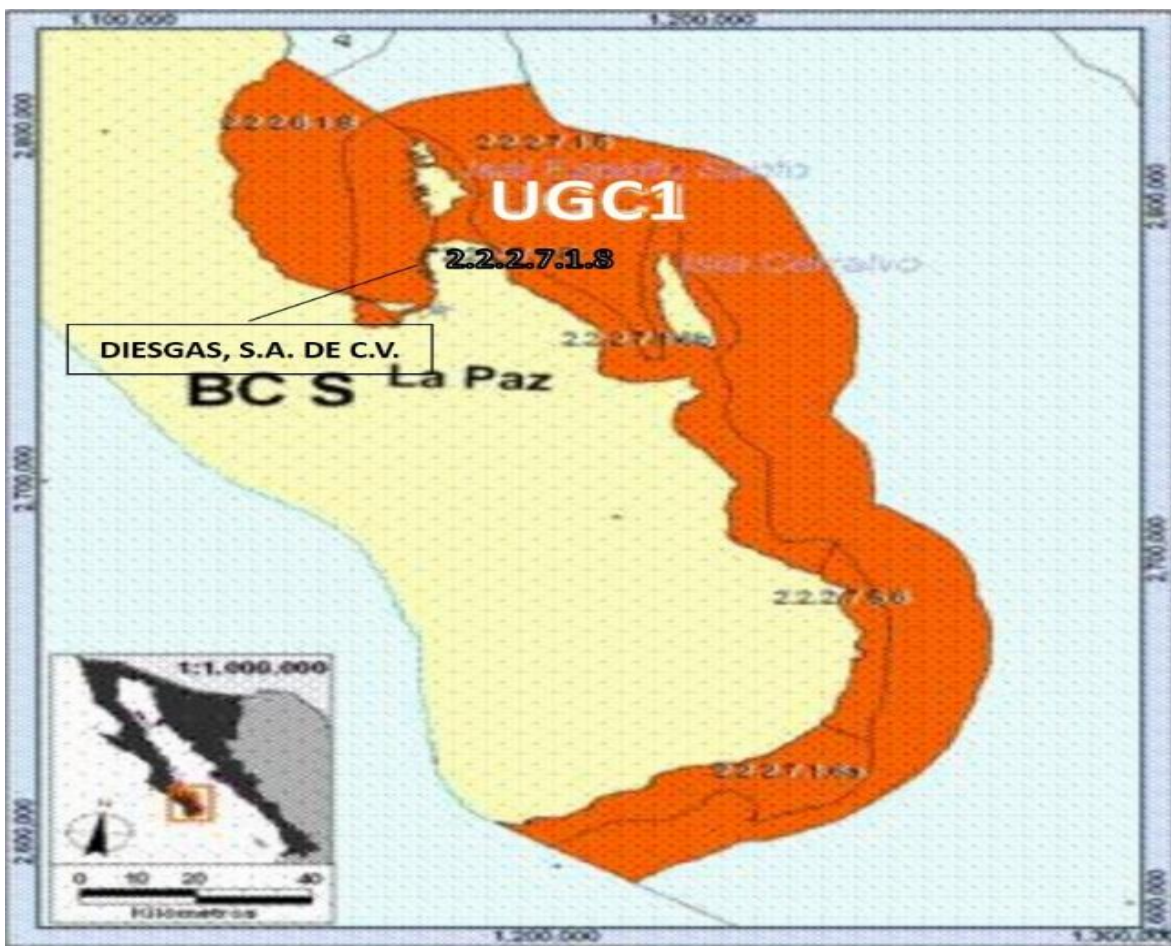


Tabla I.1.10. Vinculación del proyecto con los sectores con aptitud predominante en la UGC1.

Sectores con aptitud predominante	Principales atributos ambientales que determinan la aptitud
Turismo (Aptitud alta)	<i>Fondeaderos, puertos naturales, centros náuticos y marinas.</i>
	<i>Infraestructura hotelera y de comunicaciones y transportes.</i>
	<i>Servicios asociados al buceo, al surf, a la pesca deportiva y a los deportes acuáticos</i>
	<i>Zonas de distribución de mamíferos marinos, tortugas marinas y aves marinas.</i>
	<i>Playas de interés para el sector.</i>
Conservación (aptitud alta)	<i>Áreas naturales protegidas; Parque Nacional Cabo Pulmo, Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, entre otras, que forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California.</i>
	Alta biodiversidad
	Zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las cuales se encuentra el pepino de mar, la tortuga laúd, la tortuga golfina, el tiburón peregrino, el tiburón blanco, el tiburón ballena, la ballena jorobada y la ballena azul.
	<i>Zonas de distribución de aves marinas.</i>
Lineamiento ecológico	<i>Áreas Naturales Protegidas: Parque Nacional Cabo Pulmo, Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, que forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California.</i>
	<i>Las actividades productivas que se lleven a cabo en la UGC1 deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales.</i>
Contexto regional	
<i>Nivel de presión terrestre;</i>	<i>Medio. Asociada principalmente al desarrollo urbano turístico de San José del Cabo, Cabo San Lucas y La Paz.</i>
<i>Nivel de vulnerabilidad;</i>	<i>Medio.</i>
<i>Fragilidad:</i>	<i>Muy alta.</i>
<i>Nivel de presión general:</i>	<i>Medio.</i>

Como se ha mencionado el capital natural del Golfo de California es la base de la economía de la región, sustentada principalmente en el *turismo*, actividad que atrae aproximadamente a cinco millones de personas al año y genera importantes cantidades de empleo y de divisas. Que el proyecto pertenece al sector hidrocarburos, dedicándose a la compra, venta, almacenamiento y distribución de gas l.p. de acuerdo con la constitución de la empresa como sociedad mercantil, por lo que su relación con el turismo es de relevancia por la dotación del insumo (Gas L.P.), además de ser importante para la industria, el comercio etc. En la UGC1 se tiene como objetivo mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales. Para el desarrollo de las actividades del proyecto se deberá dar un énfasis especial a la **prevención** que permita mantener los niveles de presión actual, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio y por un nivel de presión marina medio. El proyecto se ubica al Sur del Polígono del Recinto Portuario de Pichilingue, en La Paz B.C.S. El sitio es considerado como un puerto de altura y cabotaje, abriga embarcaciones que transportan carga general, cemento a granel y gas l.p., distinguiéndose por la atención a embarcaciones tipo Ferries en sus rutas regulares La Paz-Mazatlán y La Paz-Topolobampo del estado de Sinaloa, constituyéndose en el principal vínculo con el macizo continental para la transportación de carga y pasaje. Además, la totalidad del proyecto está inmersa en el área de influencia del ANP Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo y áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO y Sitio Ramsar. Asimismo, derivado de los datos recabados en el sitio de interés y bibliografía consultada, habitan especies de flora y fauna catalogadas bajo algún registro de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ejemplo *Larus livens* "gaviota pata amarilla")

catalogada como de Protección especial). Cabe mencionar que la empresa promovente es cesionaria de una superficie total de 47,544.93 m² de zona federal del recinto portuario del puerto de La Paz, B.C.S. que se conforman por 22,052 m² de superficie terrestre y 25,492.93 m² de superficie marítima, destinadas a la construcción, uso, aprovechamiento y explotación de una terminal de uso particular, con fecha del 21 de febrero de 2002, con una vigencia de 40 años, actualmente la empresa opera una planta de distribución de gas l.p. inmersa en la superficie total citada, contando con autorizaciones y permisos para el desarrollo de sus actividades.

Se proponen acciones de prevención y de mitigación que impliquen la conservación de los recursos naturales presentes, principalmente enfocadas al manejo y disposición de los residuos generados, así como en materia de seguridad industrial. De esta manera no se afecta las relaciones entre los ecosistemas marinos y terrestres. Por otra parte, el proyecto impulsa el desarrollo regional por la dotación del combustible. Asimismo, la generación y permanencia de empleos en sus distintas etapas del proyecto.

Estrategias ecológicas. El programa propone acciones de aplicación general para la atención y prevención de los conflictos ambientales, que tendrían que aplicarse de acuerdo con los atributos ambientales que determinan la aptitud sectorial en cada UGA.

- Tendencias regionales.

En términos de planeación ambiental, las UGA con valores bajos y medios de presión se deberán privilegiar con un enfoque preventivo que permitan mantener los niveles de presión actuales. Para el UGC1 presenta una clase de presión *Medio*.

De manera complementaria a la clase de presión, la fragilidad nos permite identificar en un contexto regional aquellas zonas que resultan críticas para la conservación de las especies, de los ecosistemas y de los bienes y servicios ambientales, ubicando a la UGC1 presenta una clase de fragilidad *Muy Alto*.

En el programa de ordenamiento se identificaron tres grandes zonas que presentan valores altos:

- 1) Alto Golfo de California y región de las Grandes Islas.
- 2) Región Costera Los Cabos - Bahía Concepción.
- 3) Región Costera Norte Sinaloa-Sur de Sonora.

Estas tendencias regionales indican que el mantenimiento de la integridad de los atributos que definen los valores altos y muy altos de fragilidad es estratégica tanto para el mantenimiento de la biodiversidad, como para el desarrollo de las actividades productivas en la región. La UGC1 Los Cabos – La Paz, es una de las unidades de gestión ambiental de mayor prioridad del ordenamiento marino.

- Acciones generales de sustentabilidad

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California se plantean una serie de acciones de aplicación regional por sector, dirigidas al desarrollo de las actividades productivas en el Golfo de California bajo principios de sustentabilidad. Asimismo, a través de estas acciones se promueve la coordinación interinstitucional para

la atención de problemas ambientales en la región, se indica únicamente el sector Energía para efectos del proyecto:

Energía

1. Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT vigilará que los proyectos de exploración, explotación y procesamiento de petróleo y gas, así como de generación de energía eléctrica cumplan con los siguientes criterios de sustentabilidad:

- Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats.
- Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros.

2. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones, promoverá que la SENER con la participación de los gobiernos estatales y municipales, lleven a cabo la prospección de sitios de mayor aptitud para el desarrollo de proyectos de exploración, explotación y procesamiento de petróleo y gas y de generación de energía eléctrica, con el mínimo impacto ambiental adverso, que garantice, entre otras:

- Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats;
- Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros;
- La formulación de propuestas alternativas para la reubicación de proyectos de infraestructura energética, cuando exista evidencia para fundamentar que se van a dañar de manera irreversible los humedales costeros (principalmente manglares) en su estructura y función.

El proyecto no incumbe actividades de exploración, explotación y procesamiento de petróleo y gas, así como de generación de energía eléctrica, este pertenece al sector hidrocarburos por la construcción de un Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro, el proyecto consiste en la construcción de un tanque esférico con capacidad de 40,000 barriles, recibirá el gas l.p. mediante buque-tanque gasero (BTG), donde el producto será bombeado desde el BTG por medio de bombas hasta el tanque esférico, posteriormente el gas l.p. será dirigido a los tanques de almacenamiento (12 tanques) ubicados dentro de la planta de distribución de gas l.p. propiedad de la empresa promovente, que colinda al Oeste del área del proyecto, de la infraestructura marina actualmente se encuentra operando por lo que no se intervendrá en el ecosistema costero y marino.

El proyecto se ubicará en un sitio modificado por las actividades portuarias, comerciales e industriales del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, contando con el dictamen de uso de suelo, sin embargo el sitio está inmerso en zonas relevantes para su conservación de acuerdo con la regionalización de la CONABIO, para cumplir con los criterios señalados, durante el desarrollo de sus actividades en todas las etapas del proyecto se

deberá cumplir y dar seguimiento a las medidas de prevención y mitigación consideradas en la MIA-P así como aquellas recomendaciones del estudio de riesgo, con el objeto de prevenir la contaminación del área terrestre y marina por la descarga de aguas residuales, por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, por citar algunos impactos ambientales potenciales que se podrían generar.

Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Baja California Sur-Zonificación Secundaria y Modelo de Ordenamiento Ecológico.

El crecimiento de las zonas urbanas que ha experimentado en los últimos años ha originado la formación de zonas incompatibles con el uso generalizado del suelo; llegando a crear significativas limítrofes que impiden el funcionamiento armónico de los diversos servicios. Dicho crecimiento se ha presentado principalmente hacia el Sur de la ciudad de La Paz, a lo largo de la carretera Transpeninsular, creando una ciudad de servicios y no una ciudad de destino. De continuar la actual tendencia de crecimiento urbano de la ciudad de La Paz, la mayor demanda de suelo urbano para la vivienda se seguirá ubicando en dicha zona.

El territorio se encuentra dividido en uso de suelo, destinos del suelo y elementos de la estructura urbana:

Uso de suelo

- **Uso Mixto.** Se ubica predominantemente en la zona centro de la ciudad de La Paz, aunque se observa una disminución paulatina del uso habitacional.
- **Uso Comercial.** Tradicionalmente se ubica en el centro de la ciudad, y fuera de dicho sector en centros y plazas comerciales.
- **Uso Habitacional.** En el interior de la mancha urbana se determinan cinco tipos; habitacional residencial, habitacional medio, habitacional institucional, habitacional popular y habitacional precario (asentamientos irregulares).

Destinos del suelo

- **Uso de Equipamiento Urbano.** Representado por los sectores Salud, Educación, Cultura, Recreación, Deporte, Administración, Abasto y Comunicaciones.
- **Uso Turístico.** A lo largo de la carretera La Paz – Pichilingue se cuenta con infraestructura turística como hoteles, restaurantes, además de varias playas acondicionadas y en la zona de Palmira una Marina con este mismo nombre. Así como el desarrollo turístico de Costa Baja.
- **Uso Industrial.** Por la carretera Costera que va a Pichilingue se ubican las instalaciones de lo que fue la planta desaladora la cual ha sido desmanteladas por incosteabilidad en su mantenimiento, actualmente son oficinas municipales, las instalaciones de un astillero, PEMEX, la Termoeléctrica de C.F.E., y en la isla San Juan Nepomuceno la cual ha sido integrada para conformar una península en donde se localiza el puerto de altura Pichilingue, en el cual existe una salina y una procesadora de pescado, mariscos y almacenamiento de cemento y gas. Rumbo a la salida de la carretera a Los Planes existe una pequeña zona Industrial, así mismo, al sur, se encuentra un Parque Industrial de talleres con una actividad industrial incipiente.

La ubicación del proyecto es precisamente al Sur del Polígono del Recinto Portuario Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, de acuerdo con el Dictamen Técnico Favorable al Uso de Suelo expedido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur, el uso de suelo corresponde a un Uso Portuario, Comercial e Industrial, por lo que no contraviene con el uso permitido.

Estructura urbana

- Uso vial.
- Uso agrícola.
- Uso pecuario.
- Uso recreativo.

POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS

POLÍTICAS DE DESARROLLO URBANO

Este programa establece tres políticas de Desarrollo Urbano para alcanzar los objetivos previstos:

- Política de Crecimiento y Consolidación, el crecimiento como la acción de expansión del territorio mediante la determinación de áreas necesarias para ello, y la consolidación de los espacios y actividades dentro de la zona urbana.
- Política de Conservación, como una acción tendiente a mantener el equilibrio ecológico, el buen estado en general de todo aquello que constituye un valor histórico y cultural, de conformidad con las leyes vigentes.
- Política de Mejoramiento, como una acción tendiente a reordenar y renovar el centro de población mediante el más adecuado aprovechamiento de sus elementos materiales y la dotación de los elementos con los que debe de contar para su buen funcionamiento, como lo es el de proporcionar servicios urbanos, equipamiento e infraestructura a las áreas que no cuenten con ellos, el controlar la contaminación ambiental, el mejorar las zonas con deterioro urbano en general, el mejoramiento de las viviendas precarias, el de evitar los asentamientos en zonas no aptas para el desarrollo urbano.

ESTRATEGIAS

Estrategia urbana en función del Ordenamiento Ecológico. La propuesta del modelo consiste, en la asignación de políticas territoriales, las cuales deben promover de manera equilibrada la promoción del desarrollo económico paralelamente con los espacios geográficos suficientes para mantener los servicios ambientales que dan vida a las actividades productivas; las políticas consideradas en el establecimiento del modelo de ordenamiento son:

- **Protección.** Se limitan las actividades productivas al máximo para garantizar la permanencia de especies o ecosistemas relevantes, dado que las áreas son ricas en diversidad biológica y escénica. Se sugiere el manejo preferente a través del sistema de áreas naturales protegidas, principalmente la zona de Balandra.
- **Conservación.** Esta política se enfoca a unidades donde puede efectuarse la preservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.
- **Aprovechamiento.** Esta política se aplica en áreas en las que actualmente se realizan actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente.

La definición de las políticas territoriales en el Centro de Población da como resultado 29 Unidades de Manejo Ambiental de las cuales 6 tienen una política de aprovechamiento, 14 de conservación y 9 de protección (ver plano Modelo de Ordenamiento). En relación con el proyecto, este se localiza en la **Unidad de Manejo Ambiental 11**, la cual tiene una *política de Aprovechamiento*.

La asignación de las políticas territoriales se establece a través de la interrelación existente entre la conservación de los sistemas ecológicos, el potencial natural y el mantenimiento de los procesos geológicos dentro de los ecosistemas, al introducirse factores de presión antropogénica que reducen la calidad de estos, siendo esto independiente de la estrategia de desarrollo o de la definición del uso del suelo.

Estrategia Urbana en Función del Desarrollo Económico. Los criterios generales que deberán normar el establecimiento y fomento de actividades económicas son los siguientes, se mencionan sólo aquellos que le son aplicables al proyecto:

- *Generación de empleos productivos que sean bien remunerados.*
- *Beneficio económico que permee a toda la comunidad.*
- *Uso eficiente de agua y energía.*
- *Bajo impacto sobre el medio ambiente.*
- *Fomento a la micro, pequeña y mediana empresa.*

El proyecto que promueve la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V., genera impactos positivos que se relacionan con el bienestar económico de las personas que reciban oportunidad laboral.

Estrategia de Desarrollo Urbano

Zonificación primaria.

La zonificación primaria es la determinación de las áreas que integran y delimitan un centro de población; sus aprovechamientos predominantes y las reservas, usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento y crecimiento de este. Comprende el área urbana actual, el área de reserva, y el área de preservación ecológica. El área urbana actual, es la que se encuentra ocupada por la infraestructura, equipamiento, zonas habitacionales, construcciones o instalaciones del área del Programa, o bien las que se determinen para la fundación de este. El área urbana actual del centro de población es de 10,197 hectáreas, con una población de 197,269 habitantes.

Zonificación secundaria.

Los usos y destinos predominantes del suelo en esta área son los siguientes: *habitación, comercio, servicios, equipamiento, infraestructura y preservación ecológica y especial*. Los principales destinos son: *áreas verdes, equipamientos, corredores urbanos, centros de barrio, centro de distrito y zonas de preservación ecológica y especial*. En conjunto cubren una superficie de 253,437 hectáreas aproximadamente.

Usos del suelo.

El Programa de Desarrollo plantea los siguientes usos de suelo: Áreas urbanas y urbanizables: De uso habitación, Uso Turístico, Reserva Urbana a Largo Plazo, Equipamiento, Uso comercial y abasto, de Recreación-Deporte-Áreas Verdes-Espacios Abiertos, Industria Ligera, Industria Extractiva, Servicios Portuarios, Servicios Náuticos, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Ciudad Universitaria), Zona Militar (Campo No 3), Sujeta a Plan Parcial, Mangle, Corredor Ecológico, Zona de Interés Paisajístico, Playa, Agrícola, Protección Ecológica de Aprovechamiento, Protección Ecológica de Conservación.

El proyecto se ubica en la U11, la política ambiental aplicable es de *Aprovechamiento*, en la cual se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente. Se considera compatible la ejecución del proyecto por su ubicación en una zona clasificada con *Uso de Suelo Portuario, Comercial e Industrial*, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue de acuerdo con el Dictamen Técnico Favorable al Uso de Suelo expedido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur.

Regiones prioritarias (RTP, RHP, RMP, AICAS, sitios RAMSAR).

El área del proyecto se ubica en las siguientes zonas de importancia ecológica de acuerdo con la regionalización realizada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) ver (Figura I.1.13.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Región Marina Prioritaria (RMP), Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS), además de sitio RAMSAR.

Región Marina Prioritaria (RMP).

El área del proyecto se ubica en la **Región Marítima Prioritaria No. 10** denominada **Complejo Insular de Baja California Sur**, presenta las siguientes características (Tabla I.1.11.), (Tabla I.1.12.) y (Figura I.1.14.).

Tabla I.1.11. Estatus de clasificación de la Región Marina Prioritaria donde incide el proyecto.

RMP	CATEGORÍA			
10. COMPLEJO INSULAR DE BAJA CALIFORNIA SUR	Área de alta Biodiversidad (AB)	Área que presentan alguna amenaza para la biodiversidad (AA)	Área de uso por sectores (AU)	Área de falta de información de biodiversidad (AFI)
	X			

Fuente: CONABIO. Regiones Marinas Prioritarias.

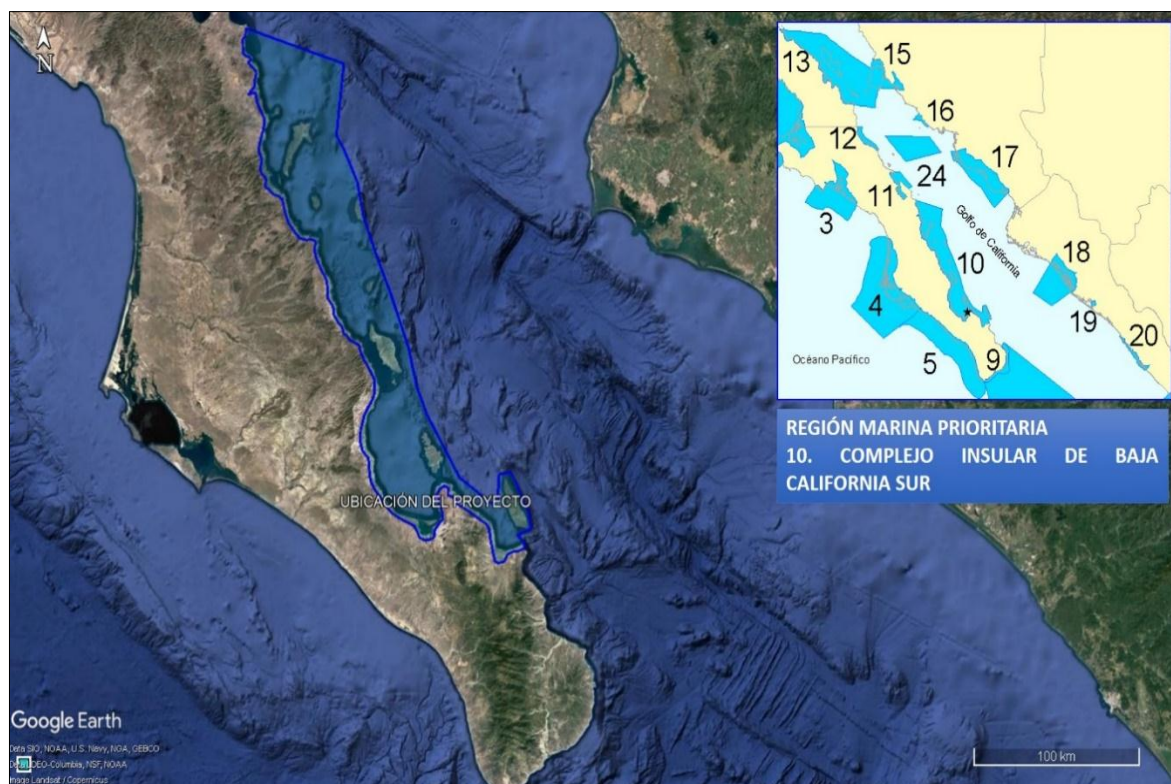


Figura I.1.14. Ubicación del proyecto dentro de la Región Marina Prioritaria 10 Complejo Insular de Baja California Sur.

Tabla I.1.12. Características de la RMP No. 10 Complejo Insular de Baja California Sur.

Estado(s)	Baja California Sur
Extensión:	11,519 km ²
Descripción:	Zona de acantilados, playas, marismas, dunas costeras, lagunas, costas, bahías, arrecifes, zona oceánica, islas. Eutrofización baja. Ambientes litoral, infralitoral, pelágico y laguna costera con alta integridad ecológica.

La Región Marítima Prioritaria No. 10 denominada Complejo Insular de Baja California Sur se localiza en el estado de Baja California Sur, tiene una extensión de 11,519 km².

Oceanografía: surgencias tipo geostrófica estacional de verano. Marea semidiurna. Oleaje medio. Ocurren blanqueamiento de corales, marea roja y "El Niño" sólo cuando el fenómeno es muy severo.

De la biodiversidad se tienen; moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves residentes y migratorias, mamíferos marinos, manglares, macroalgas, halófitas. No se conocen endemismos de especies marinas. La bahía de La Paz representa el cuerpo de agua más grande dentro de la fisiografía del Golfo de California, con alta diversidad de peces, mamíferos y aves marinas e invertebrados, así como gran heterogeneidad de hábitats.

Aspectos económicos: en la zona las especies de importancia comercial son el pulpo y la almeja. Además es una zona donde el ecoturismo y turismo es el sector predominante, de baja densidad pero de importante extensión y relevancia. En la bahía de La Paz se encuentra el asentamiento más grande del estado, con actividades importantes de turismo, ecoturismo, pesca artesanal y semiindustrial.

Problemática ambiental. En el área existe contaminación por aguas residuales y desechos, además existe daño al ambiente por embarcaciones (transporte de pasajeros), introducción de especies exóticas, extracción ilegal de especies endémicas insulares de flora y fauna por turismo no regulado. En la bahía de La Paz existe contaminación por desechos urbanos e impactos diversos derivados del turismo.

De las medidas de conservación que se proponen en la zona para no incrementar esta problemática: tener un control sobre el ecoturismo "destructivo", eliminación de especies exóticas y regular explotación pesquera e impactos en zonas de arrecifes.

Se considera que el proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) es factible siempre y cuando la empresa DIEGAS, S.A. de C.V., realice el cumplimiento y seguimiento de las acciones propuestas en este estudio como medidas de prevención y/o mitigación para los impactos ambientales que se puedan generar, así como aquellas recomendaciones técnico-operativas indicadas en el estudio de riesgo, al mismo tiempo el debido cumplimiento de lo señalado en las leyes, reglamentos, normas y demás lineamientos que le sean aplicables y que se encuentren vigentes, con el objeto de prevenir la contaminación del área por la descarga de aguas residuales y para el control de los residuos generados (residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos) por citar algunas.

Cabe mencionar que durante la etapa de operación y mantenimiento hará uso del recurso hídrico para el sistema de agua para los intercambiadores de calor, sistema contra incendio y uso en sanitarios, el agua será suministrada mediante pipas de diferente capacidad y almacenada en tanques de agua (326 m³ y 1000 m³) por lo que no se hará uso de los cuerpos de agua del sitio para las actividades señaladas, no obstante el área del proyecto está formado por una poligonal que comprende una superficie de agua y una superficie de tierra dentro del recinto Portuario de Pichilingue, por lo que hace uso del cuerpo de agua para las maniobras de atraque y desatraque del buque tanque, el sitio es utilizado como canal de acceso a la Bahía de Pichilingue, actualmente se cuenta con infraestructura marina donde atracan las embarcaciones de uso comercial, industrial y

turístico, la dársena cuenta con una profundidad de 10 metros. El ancho aproximado de la boca o entrada de la dársena de la Bahía de Pichilingue, es de 600 m, el ancho de la dársena frente las instalaciones marítimas del proyecto es de 1,050 m, la localización de las boyas de sujeción para el buque tanque que suministre a la empresa y el posicionamiento de este en las mismas no representa ningún riesgo para la navegación de otro tipo de embarcación, por lo que no incrementará la problemática ambiental de la RMP.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Al igual que los demás grupos de vertebrados, las aves en México y en el mundo están sujetas a fuertes presiones que ponen en riesgo su supervivencia. Las más afectadas son aquellas especies con zonas de distribución restringidas, ya que la principal amenaza que enfrenta hoy día la diversidad biológica es la pérdida de hábitats, una de las acciones prioritarias para conservar la biodiversidad es la protección de las zonas que permitan asegurar la supervivencia de las especies que comparten un mismo hábitat.

En México, el programa **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)** surgió como una idea conjunta de la sección mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (Cipamex) y BirdLife International, y se llevó a cabo con fondos de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). Su propósito fue impulsar la creación de una red regional de áreas importantes para la conservación de la avifauna.

El área del proyecto se localiza en el **AICA 93 Ensenada de La Paz**, la cual presenta las siguientes características ver (Tabla I.1.13.), (Tabla I.1.14.) y (Figura I.1.15.).

Tabla I.1.13. Características del AICA 93 Ensenada de La Paz.

Nombre: Ensenada de La Paz		No. del AICA: 93
Superficie: 14148.482681		Especies: 246
Descripción:	Es un humedal costero rodeado de desierto sarcocaula perteneciente al desierto sonorense, con zonas de manglar bastante afectadas. En su ribera sur se encuentran poblaciones humanas correspondientes a la ciudad de La Paz.	
Vegetación	Matorral desértico sarcocaula. Vegetación alterada, manglar y pastizal Halófilo.	
Justificación	Es importante por tener una planicie de inundación en donde inverna un gran número de playeros, también sirve de estación de paso de muchos playeros.	

Fuente: CONABIO. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Avesmx.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura I.1.15. Localización del proyecto en el AICA 93 Ensenada de La Paz.

Fuente: CONABIO. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Avesmx.

Tabla I.1.14. Características del Área de Importancia para la Conservación de las Aves donde se ubica el proyecto.

AICA	NOMBRE	ESPECIES	CRITERIOS UTILIZADOS EN LA DESIGNACIÓN DE LAS AICAS	
			CATEGORÍA MÉXICO 1999	CATEGORIA BIRDLIFE 2007
93	Ensenada de La Paz	246	G-1	A2
			El sitio contiene una población de una especie considerada como globalmente amenazada, en peligro o vulnerable (según el libro rojo de BIRDLIFE).	Distribución Restringida. Se conoce o considera que el sitio mantiene un componente significativo de un grupo de especies cuyas distribuciones reproductivas lo definen como un Área de Endemismo de Aves (EBA).

Fuente: CONABIO. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Avesmx.

Esta relevante información, resultado de la compilación de la experiencia de ornitólogos residentes en las diferentes regiones del país, que tienen contacto directo con las áreas, permite, entre otras cosas, identificar las amenazas a las que se enfrentan las diferentes áreas en cuanto a la conservación de su avifauna. La principal amenaza para la conservación de las aves de México es la pérdida de hábitats, debida al desarrollo forestal, ganadero, agrícola, turístico e industrial. En segundo plano se encuentra el comercio legal e ilegal al que están sujetas las poblaciones silvestres de aves mexicanas. Otras amenazas, como la introducción de especies exóticas, la desecación de pantanos y las perturbaciones naturales, son importantes de considerar.

El proyecto se ubica al sur del polígono del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, Municipio de La Paz, B.C.S. ocupará una superficie terrestre (15,691.2225 m²) y una superficie marina (30,118.37 m²) áreas concesionadas por el gobierno federal a la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur (API-BCS) y cedidas parcialmente a la empresa DIEGAS, S.A. de C.V. donde el principal uso de suelo es portuario, comercial e industrial como lo indica el dictamen favorable de uso de suelo emitido por la

Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de B.C.S. siendo compatible el uso de suelo con la actividades que pretende la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V., la superficie terrestre mantiene vegetación de tipo matorral sarcocaula reducida a pequeños arbustos y herbáceas representativas de zonas costeras, la zona marina perteneciente a la Bahía de Pichilingue, en esta superficie se encuentra infraestructura marina; se dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas). Se reitera que se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros.

Durante todas sus actividades estará sujeto al cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación establecidas en el Capítulo VI de la MIA-P, enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas.

Con base a la política ambiental de Aprovechamiento del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de La Paz, en esta área se permiten actividades productivas, que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente, con el debido cumplimiento de las acciones de prevención y mitigación se garantiza que no habrá contaminantes o desechos a su alcance que puedan afectar a la fauna en especial a la aves.

Sitios Ramsar

Ramsar es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y manejo sustentable de los humedales y sus recursos. En México entró en vigor el 4 de noviembre de 1986, actualmente se encuentran 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 8, 657,057 hectáreas, ocupando el segundo lugar a nivel mundial. En Baja California Sur se encuentran 11 sitios Ramsar, que representan el 19% de la superficie de la entidad, y se distribuyen a lo largo de la mitad Sur de la península de Baja California, formando corredores ambientales norte-sur y este-oeste, comprenden una gran variedad de ambientes marino-costeros y continentales ver (Figura I.1.16.).

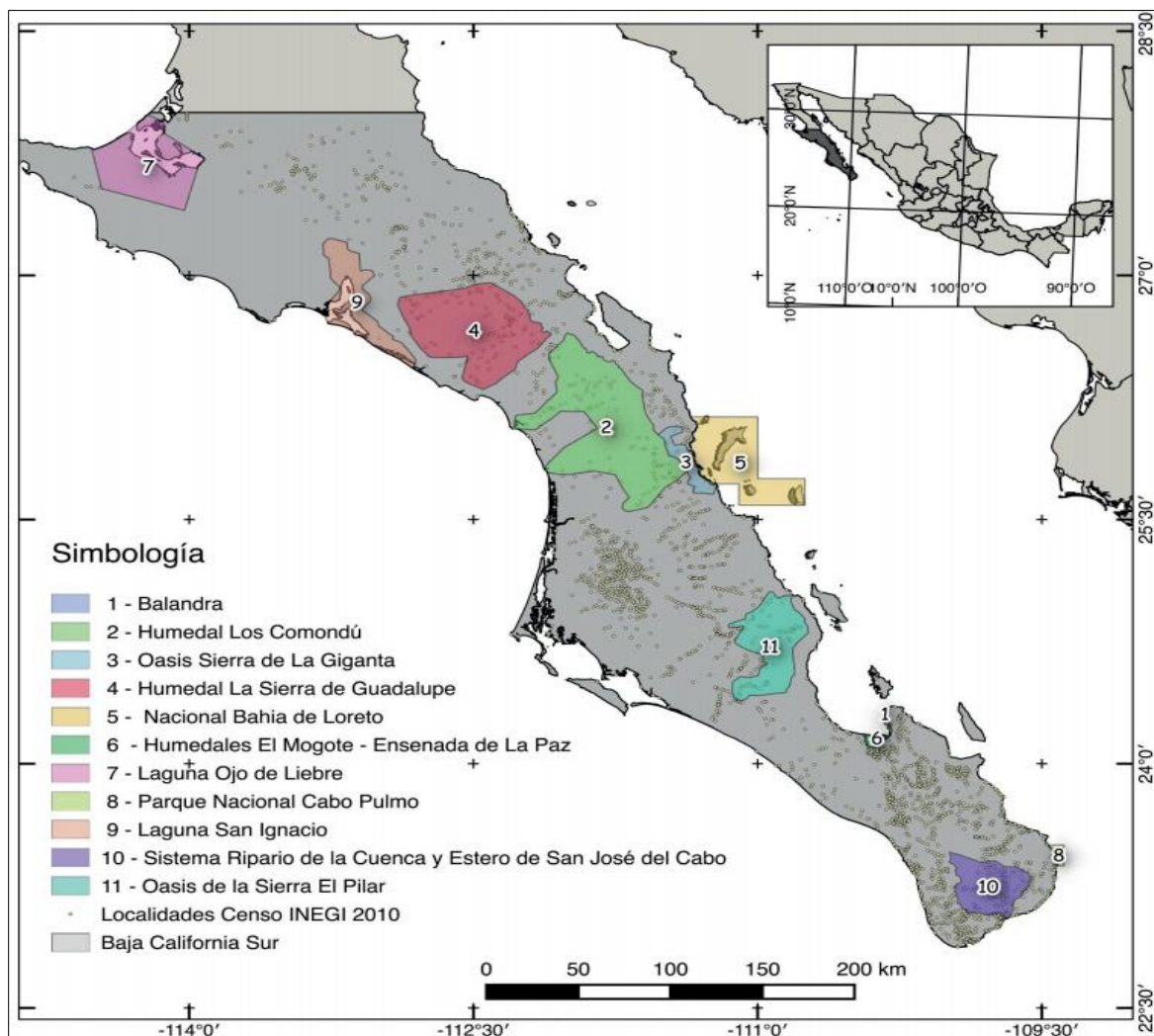


Figura I.1.16. Localización de los sitios Ramsar de Baja California Sur, México.
Fuente CONANP. Citado por Breceda A., P. Galina y B. Bermúdez. 2016.

El área del proyecto se ubica dentro del **Sitio Ramsar Humedales Mogote-Ensenada de La Paz**, municipio de La Paz, en la vertiente del Golfo de California, el Humedal Mogote-Ensenada de la Paz, es una laguna costera de aguas someras rodeadas de manglares y disectada por una barrera arenosa (EL Mogote), con aportes de agua pluvial temporal de verano. Es una laguna somera de 10 m. promedio de profundidad, se comunica con la Bahía de La Paz con un canal de 4.5 km. aprox. de longitud y profundidad de 10 m. aprox. Los manglares estructuralmente cuentan en su mayoría, con planicies de inundación (zonas de inundación intermareales), y cuerpos internos de agua, conformando pequeñas lagunas. En su margen Norte presenta un frente de duna o barra de arena denominada El Mogote, que la separa de la Bahía de La Paz, y en la parte interior, hacia la ensenada, lo bordean manglares. En general las riberas presentan vegetación halófitas y la cobertura vegetal circundante es de bosque bajo caducifolio tipo *Sarcocaulis* ver (Tabla I.1.15.) y (Tabla I.1.16.).

Tabla I.1.16. Características del Sitio Ramsar Humedales Mogote-Ensenada de La Paz.

Nombre del sitio Ramsar No. 1816	Características generales del Sitio Ramsar	
	Coordenadas geográficas (latitud/longitud):	24° 8' 54.3" N 110° 20' 55.23" W
Humedales Mogote-Ensenada de La Paz	Altitud:	0-10 m.s.n.m.
	Área: (en hectáreas)	9,184.07 ha.
	Tipo de humedales:	A. Marino/costero. I. Aguas marinas someras permanentes. Manglar. E. Playas de arena o guijarros. J. Laguna costera con canales de marea o planicies intermareales.
	Características ecológicas generales:	La zona es un ecosistema de tipo lagunar costero marino, teniendo sistemas más representativos los cuerpos de agua con riberas cubiertas por bosques de manglar, canales de marea o planicies intermareales, la batimetría es irregular, y desembocaduras de arroyos de temporal y ecotonos diferenciales entre mar y tierra, de dunas-manglar-zona de inundación (sistemas El mogote-Zacatecas), planicie costera-matorral sarcocauléplanicie de inundación-manglar (sistemas El Quelele a El Conchalito), lomerío bajovegetación sarcocaulé-manglar-zonas de inundación (sistemas Palmilla a El Merito).
	Tipo de vegetación y principales especies de flora:	-Vegetación de dunas costeras: <i>Abronia maritima</i> , <i>Croton californicus</i> , <i>Amaranthus watsonii</i> y <i>Sporobolus virginicus</i> . Mangle dulce <i>Maythenus phyllantoides</i> , dominancia de la saladilla <i>Allenrolfea occidentales</i> . -Manglar: se caracteriza por la presencia del mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i> , el mangle blanco <i>Laguncularia racemosa</i> y la abundancia del mangle negro <i>Avicenia germinans</i> . En el interior de las dunas se presentan especies propias del matorral, donde dominan el lomboy blanco <i>Jatropha cinerea</i> , el lomboy rojo <i>J. cuneata</i> el torote <i>Bursera microphylla</i> , y el palo adán <i>Fouquieria diguetii</i> y el ciruelo <i>Cyrtocarpa edulis</i> . -Vegetación costera: todavía se presenta una franja de matorral sarcocaulé con predominio de cardones (<i>Pachycereus pringlei</i>) y mezquite <i>Prosopis articulata</i> , ciruelo <i>Cyrtocarpa edulis</i> , torote rojo <i>Bursera microphylla</i> , lomboy blanco <i>Jatropha cinerea</i> , palo adán <i>Fouquieria diguetii</i> , palo brea <i>Cercidium floridum</i> , choya <i>Opuntia cholla</i> , lomboy rojo <i>Jatropha cuneata</i> , pitaya agria <i>Machaerocereus gummosus</i> , chamizo <i>Ruellia peninsularis</i> , palo fierro <i>Olneya tesota</i> , y copal <i>Bursera hindsiana</i> entre otras. -Vegetación marina: La vegetación marina es amplia en su gama de representaciones desde el fitoplancton hasta las superiores, representadas por las algas.

Fuente: Ficha Informativa de Los Humedales de Ramsar (FIR).

Continuación: Características del Sitio Ramsar Humedales Mogote-Ensenada de La Paz.

Características generales del Sitio Ramsar	
Humedales Mogote-Ensenada de La Paz	Principales especies de fauna -Mamíferos: Marinos. Lobo marino de California (<i>Zalophus californianus</i>), Lobo fino de Guadalupe (<i>Arctocephalus townsendi</i>), Foca común (<i>Phoca vitulina</i>) y Elefante marino norteño (<i>Mirounga angustirostris</i>) Terrestres. Mapache (<i>Procyon lotor</i>), Coyote (<i>Canis latrans</i>) y Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>). -Aves: 322 especies de 18 órdenes y 52 familias. <i>Sternulas antillarum</i>, ave migratoria se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como especie en Protección especial; otras, residentes, de igual status que habitan los manglares de la ensenada, son <i>Ardea herodias</i>, <i>Egretta rufescens</i>, <i>Larus heemanni</i>, <i>Larus livens</i>, y <i>Sterna elegans</i>. Otras especies del ámbito terrestre que usan los manglares para anidar, son <i>Zenaida asiatica</i>, <i>Z. macroura</i>, <i>Columbina passerina</i> y <i>Auriparus flavipes</i> y <i>Dendroica petechia</i>. -Reptiles y anfibios. Lagartijas <i>Bipes biporus</i>, <i>Phyllodactylus unctus</i>, <i>Dipsosaurus dorsalis</i>, <i>Callisaurus draconoides</i>, <i>Sceloporus orcutti</i>, <i>Sceloporus zosteromus</i>, serpientes como <i>Leptotyphlops humilis</i>, <i>Masticophis flagellum</i>, <i>Phyllorhynchus decurtatus</i>, <i>Pituophis vertebrales</i>, <i>Salvadora hexalepis</i>, <i>Trimorphodon biscutatus</i>, <i>Eridiphas slevini</i>, <i>Bogertophis rosaliae</i>, <i>Lampropeltis getula</i>, <i>Sonora semiannulata</i>, <i>Chilomeniscus stramineus</i>, <i>Hypsiglena torquata</i>, <i>Crotalus enyo</i>, <i>Crotalus mitchelli</i> y <i>Crotalus ruber</i>. Anfibios: <i>Scaphiopus couchii</i>, <i>Bufo punctatus</i>, <i>Hyla regilla</i> y <i>Scaphiopus couchii</i>. -Peces: 14 especies de tiburones pertenecientes a los géneros <i>Alopias</i>, <i>Carcharhinus</i>, <i>Squatina</i>, <i>Galeocerdo</i>, <i>Isurus</i> y <i>Mustelus</i>. Ictioplanctónica: <i>Opisthonema libertate</i>, <i>Anisotremus davidsoni</i>, <i>Abudefduf troschelii</i>, <i>Eucinostomus gracilis</i>, <i>Diapterus peruvianus</i>, <i>Harengula thrissina</i>, <i>Vinciguerria lucetia</i>, <i>Sardinops caeruleus</i>, <i>Engraulis mordax</i>, <i>Etropus crossotus</i>, <i>Gobulus crescentalis</i> y <i>Scomber japonicus</i>. -Moluscos: Se reconocen 120 especies de bivalvos, 173 de gasterópodos, 8 de cefalópodos, 3 de poliplacóforos y 2 de escafópodos
	Valores económicos actuales No existen valores económicos respecto de los humedales de la ensenada de La Paz. Los verdaderos valores son ecológicos, por revestir importancia como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente.
	Uso actual del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua): -Uso agropecuario -Uso residencial, infraestructura, industrial, servicios y recreativo. -Uso turístico -Uso forestal -El sitio en donde desemboca la cuenca La Paz-Carrizal el uso actual principal es como el acuífero abastecedor de agua potable a la ciudad.
	Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) (a) Dentro del sitio Ramsar: <i>Amenazas potenciales</i>: el avance del desarrollo urbano y de servicios turísticos no sostenibles. Asimismo, hay contaminación por aguas residuales urbanas y desechos de las embarcaciones que se fondean fuera de las marinas. (b) En la zona circundante: Mal manejo de los residuos sólidos, extracción ilegal de especies endémicas insulares de flora y fauna por turismo no regulado.
	Medidas de conservación adoptadas Considerando que además el sitio es considerado como Región Marina Prioritaria No. 10 denominada Complejo Insular de Baja California Sur y Área de Importancia para la Conservación de las Aves 93 Ensenada de La Paz, se establece como obligación de los proyectos de alto impacto presentar un Programa especializado que permita mitigar los impactos indirectos derivados de la actividad y vida útil de los proyectos.

Fuente: Ficha Informativa de Los Humedales de Ramsar (FIR).

Tabla I.1.16. Su designación como un humedal de relevancia internacional responde principalmente a que cumple con dos criterios relevantes.

Criterios Ramsar	
Criterio 4 Criterio 5	Los principales motivos para la inclusión de estos sitio a la lista Ramsar obedecen a la extensión e importancia de los manglares (<i>Rhizophora mangle</i> L, <i>Avicennia germinans</i> (L.)L y <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.), como zonas de refugio, alimentación y reproducción para aves acuáticas nativas y migratorias. Destaca la relevancia que tienen estos manglares para las aves migratorias invernales, pues se han contabilizado poblaciones de más de 20,000 individuos, entre éstas se encuentra el gallito marino o charrancito americano (<i>Sternula antillarum</i> Lesson) que se encuentra bajo protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ramsar.CONANP, 2007a).

Fuente: Ficha Informativa de Los Humedales de Ramsar (FIR).
CONANP. Citado por Breceda A., P. Galina y B. Bermúdez. 2016.

De acuerdo con el Programa de Manejo y Conservación del Sitio Ramsar Humedales Mogote-Ensenada de La Paz se reconoce la existencia de 14 subsistemas de manglar que son de interés para la conservación de especies de aves acuáticas, tanto residentes como migratorias; *Playa Pichilingue – Brujas, Salinas de Pichilingue (Nepomuceno), Unidad Pichilingue UABCS, Estero Bahía Falsa, Estero El Gato (El Tesoro), Eréndira, Enfermería, Palmira, El Conchalito, La Paz-Aeropuerto (FIDEPAZ, zacatal-La Palma), Centenario-Chametla, Comitán, Zacatecas y El Mogote*, el área del proyecto se encuentra cercana a: SALINAS DE PICHILINGUE (NEPOMUCENO) se localiza a 200 metros de distancia con respecto al predio de la empresa en dirección Sur, la región UNIDAD PICHILINGUE UABCS se ubica a 1 km de distancia hacia el Noreste del predio de la empresa, ESTERO BAHÍA FALSA a más de 1,800 metros en dirección Este aproximadamente, el ESTERO EL GATO (EL TESORO) a 2,100 metros hacia el Sureste, y PLAYA PICHILINGUE-BRUJAS a un poco más de 2,600 m al Noreste, como se presenta en la (Figura I.1.17.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Se considera que existen cuatro grandes agentes causales del deterioro paulatino del sitio Ramsar No. 1816 “Humedales Mogote-Ensenada de La Paz”, se describen a continuación:

1. **Aporte de contaminantes:** Estos son vertidos tanto al agua como al suelo por las descargas de las aguas residuales sin o con escaso tratamiento, provenientes de los usos domésticos, servicios (hoteles, restaurantes, entre otros), industriales, granjas acuícolas (camaronícolas), plantas desaladora (salmueras) y aguas de retorno agrícola cargadas con fertilizantes y plaguicidas. Los residuos sólidos son manejados y dispuestos de manera inadecuada, lo que repercute de manera negativa en los suelos, y calidad del agua de arroyos, la laguna y los acuíferos, en especial el de La Paz.
2. **Alteración de los flujos naturales de agua dulce y salada:** disminución del agua dulce subterránea por sobreexplotación del acuífero de La Paz. Presencia de infraestructura que obstaculiza los flujos del agua entre el mar y el humedal.
3. **Cambio de uso del suelo en las cuencas de abastecimiento:** por el desarrollo de proyectos inmobiliarios, turísticos, portuarios, industria no sustentable. Deterioro de cobertura vegetal por actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
4. **Insuficientes e ineficientes estrategias gubernamentales para la gestión integrada de la zona costera:** comunicación ineficiente entre autoridad y usuarios.

La principal concepción que el promovente deberá tener en consideración para asegurar la protección de la superficie terrestre y marina que ocupará el proyecto y asignada como **Sitio Ramsar Humedales Mogote-Ensenada de La Paz**, y de manera más específica los subsistemas de manglar cercanos al área del proyecto, es que la prevención de las causas que generan impactos negativos, es el medio más eficaz para evitarlos; se plantean medidas de prevención principalmente que la empresa promovente deberá ejecutar durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas, una vez que inicie

actividades de operación y mantenimiento ejecutar las recomendaciones técnico-operativas del presente Estudio de Riesgo, aunado lo observando en las especificaciones que marca la legislación y normatividad ambiental que sea aplicable a sus actividades, manteniendo comunicación continuamente con las autoridades competentes, con su íntegro cumplimiento se promueve la protección y conservación del capital natural y humano del área de interés.

Cabe mencionar que no se realizarán actividades de cambio de uso de suelo, así como tampoco se realizará el aprovechamiento de los acuíferos, respecto al área marina que ocupará el proyecto no se instalará infraestructura que obstaculice los flujos del agua, cabe mencionar que la empresa DIEGAS, S.A. de C.V. dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas de sujeción) para las maniobras de atraque y desatraque del buque tanque respectivo y que formará parte del presente proyecto, actualmente es aprovechado durante las actividades de operación de la planta de distribución de gas l.p. propiedad de la empresa promovente, por lo que toda la infraestructura marina se encuentra instalada, no incrementado su afectación considerando que la bahía de Pichilingue es utilizada como canal de navegación para el acceso al Recinto Portuario, por embarcaciones de pasaje y carga, el área constituye una zona específica que ha sido asignada para el desarrollo de infraestructura portuaria, comercial e industrial, de esta manera las actividades que se llevan a cabo serán compatibles con el proyecto.

De manera general, las zonas terrestres y marinas sin infraestructura portuaria en el territorio insular de San Juan Nepomuceno y el Recinto Portuario donde se ubica el proyecto, representa fuente de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente, y pese al deterioro del sitio por el desarrollo y crecimiento portuario, claramente evidenciado, la zona puede estar expuesta como depósito de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos principalmente. Al respecto y como se ha planteado inicialmente la empresa llevará a cabo acciones que permiten prevenir la contaminación del área por la descarga de aguas residuales y para el control de los residuos generados (residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos). Además, el promovente tiene delimitada la superficie cedida parcialmente por la API, no afectando sitios fuera de los límites autorizados ver (Figura I.1.18.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

No.1816 Humedales El Mogote-Ensenada de La Paz.

Aunado a lo anterior, se han considerado los aspectos meteorológicos y fenómenos naturales, que pudieran influir en el diseño, construcción y operación del proyecto. Por lo que con base en la información obtenida del CENAPRED y del Atlas de Riesgo del municipio de la Paz, BCS., lugar donde se pretende desarrollar el proyecto, destacan los siguientes aspectos:

- *Eventos ciclónicos (Huracanes, tormentas y depresiones tropicales).*

En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos destaca la *Alta probabilidad de ocurrencia de ciclones tropicales*. De acuerdo con los registros históricos del Sistema Meteorológico Nacional, entre el periodo 1970 a 2012 se han registrado 21 eventos, de los cuales 18

fueron huracanes moderados categorías I-II y 3 huracanes intensos categoría IV (Figura I.1.19.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: CENAPRED, 2017.

- *Ondas cálidas (Temperaturas máximas)*

El área del municipio presenta un peligro muy alto de presencia de ondas cálidas. El incremento de temperatura unido al incremento en la humedad en el ambiente, eleva la vulnerabilidad en la población, llegando a temperaturas mayores de 35°C (CENAPRED, 2017) (Figura I.1.20.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: CENAPRED, 2017.

- *Sismos*

Para conocer el grado de peligro sísmico en el Sistema Ambiental, se recurrió a la Regionalización Sísmica de México, dicha regionalización se divide en cuatro zonas:

- La Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se ha registrado ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Las Zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
- La Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

El municipio de La Paz donde se ubica el Sistema Ambiental se caracteriza por ser un lugar con **alta frecuencia sísmica**, de acuerdo a la vulnerabilidad del municipio por su cercanía a la región de las principales fallas: El Saltito, El Carrizal y San Juan de los Planes ver (Figura I.1.21.).

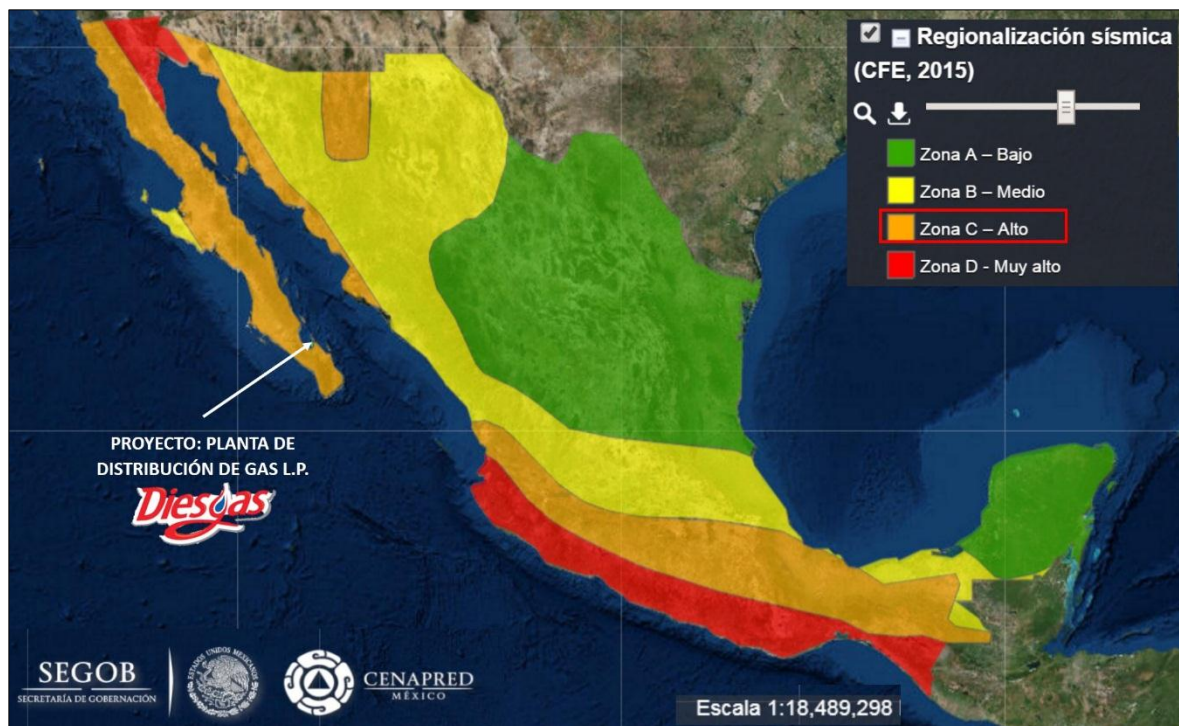


Figura I.1.21. Riesgo de sismicidad presente en el área del sistema ambiental.
Fuente: CENAPRED, 2017.

Por lo que para la ejecución del proyecto se considerarán los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por el lugar donde se encuentra localizada la instalación y que son los referentes a los cálculos de los elementos

estructurales, como son cimentaciones, columnas, etc., donde se han considerado la susceptibilidad a los fenómenos naturales antes mencionados.

En este sentido las bases de cimentación del recipiente esférico, edificios y tanque de agua fueron diseñadas de conformidad con el Manual de Obra Civil CFE-Sismo y considerando los resultados del estudio de la Mecánica de Suelos, en donde se determinó una capacidad de carga del suelo de 25 Ton/m² a una profundidad de 1.5 m. Se utilizaron los parámetros sísmicos indicados en la mecánica de suelos. Para mayor detalle consultar [Anexo C](#).

De manera general se puede decir que el diseño y construcción del Sistemas de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro se apegará a los criterios y lineamientos mínimos que señala la NOM-015-SECRE-2013, así como a la aplicación de normas, reglamentos y códigos de construcción vigentes.

Por lo que de manera general se puede concluir que los criterios para la selección del sitio son:

Criterios ambientales.

- Que las actividades o uso del suelo en las colindancias son compatibles con las actividades que desarrolla el promovente, al estar inmerso en un sitio estratégico al Sur del recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue, donde el uso de suelo es considerado como portuario, comercial e industrial contando con el dictamen técnico favorable al uso de suelo emitido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur mediante oficio No. OS-0446/2001 (*Anexo B*).
- De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur, señala que el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA11, la política ambiental que le aplica es de Aprovechamiento, en la cual se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente.
- La infraestructura marina se encuentra totalmente terminada en cuanto a obra civil y en actividades de operación, por lo que no se pretende la afectación de vegetación terrestre y/o acuática.
- No existen líneas de alta tensión que crucen el predio ni en forma aérea ni por ductos bajo tierra.
- El proyecto se ubica en la Bahía de Pichilingue, en donde no existen peligros naturales para la navegación, puesto que el oleaje en esta zona es baja y no tiene variabilidad estacional, con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado. Presenta una profundidad de 5 m en ambos lados, incrementando en medio hasta 8.4 y 9.8 m, hacia la bahía.

- La Bahía de Pichilingue está integrada por un canal de acceso, tres dársenas de ciaboga y zonas de atraque y desatraque de embarcaciones, que la empresa cuenta con una zona de maniobras de atraque y desatraque:
- No se ubica en una zona susceptible de deslaves.

Criterios técnicos y socioeconómicos.

- El acceso al área del proyecto es a través del Recinto Portuario del Puerto Comercial de Pichilingue, cuyas instalaciones y servicios corresponden a una zona de acceso controlado, y donde se desarrollan actividades industriales, comerciales y portuarias, compatibles con las que desarrolla la empresa.
- Para el acceso marítimo se cuenta con rutas náuticas dentro de la bahía de Pichilingue controlados por personal de vigilancia de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur (API-BCS).
- La ubicación del proyecto es en una zona distante de centros de población.
- Que en las colindancias no se realizan actividades que pongan en riesgo la integridad de la planta y sus trabajadores de acuerdo con la memoria técnico-descriptiva.
- Se tiene una zona de fondeadero suficientemente amplia propiedad de la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V. para las operaciones de atraque/desatraque del buque tanque para descarga de gas l.p.
- La empresa contará con la suficiente capacidad técnica, con elementos humanos con la experiencia y conocimiento necesarios para la operación de la planta.
- En la actualidad el gas licuado de petróleo (gas l.p.) es un insumo fundamental para la economía nacional, manteniendo un fuerte arraigo en las familias mexicanas, al ser utilizado en más de 70% de los hogares, además de seguir ocupando el primer lugar de consumo per-cápita mundial.

I.1.1 Proyecto civil.

- *General.*

Todas las estructuras tanto de concreto como metálicas, e instalaciones asociadas, serán diseñadas y construidas de acuerdo con la normatividad mexicana vigente y las especificaciones particulares del proyecto.

- *Localización y características del predio.*

El proyecto denominado **“Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro”** que promueve la empresa “Diesgas, S.A. de C.V.” pretende desarrollarse dentro del recinto portuario del Puerto Comercial Pichilingue, en el municipio de La Paz, Baja California Sur.

La planta contará con acceso de camino consolidado para el tránsito seguro de los vehículos particulares y de emergencia que pudieran ingresar a las instalaciones. Contará además con la nivelación suficiente para el desalojo de las aguas pluviales. Cabe mencionar que no existirán líneas de alta tensión que crucen el predio ni en forma aérea ni por ductos bajo tierra. Además el área donde se pretende desarrollar el proyecto no se encuentra en zonas susceptible a deslaves.

- *Infraestructura marina.*

Esta planta recibirá el gas l.p. mediante buque tanque gasero (BTG), por lo que se dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos para realizar las operaciones de descarga del buque tanque. Asimismo, para realizar el atraque seguro del BTG en el fondo marino (9 m), se tienen cuatro anclas de fierro conectadas a una cadena de fierro de uso marino, en el extremo de la cual se tiene colocada una boya para mantener flotante esta cadena que constituye el amarre de la embarcación, con las siguientes especificaciones técnicas:

- Cabos de amarre del buque.
- Boya de amarre, 3,800 litros de flotabilidad.
- Cadena de fondeo (proa babor y popa estribor) 2 1/8" o x 28.00 m. Con contrete, 125 eslabones de 12 3/4", grado 2, peso aproximado 3,700 libras, carga de rotura 357,000 libras.
- Cadena de fondeo (proa estribor y popa babor) 2 1/4" o x 28.00 m. Con contrete, 119 eslabones de 13 1/2", grado 2, peso aproximado 4,250 libras, carga de rotura 396,000 libras.
- Ancla sin cepo de 4,500 libras, enterrada a 2 metros, carga de prueba 79,900 libras.
- Ancla sin cepo de 3,500 libras, enterrada a 2 metros, carga de prueba 65,000 libras.

Para el anclado de la línea de recepción submarina en el extremo profundo (9.0 m) se tienen instalados cuatro tubos de fierro, cédula 80 para uso marino y rellenos de concreto. Paralela a línea y para protección de esta contra posibles impactos se tiene instalada una línea de tubería de acero a cada lado.

Cabe mencionar que la infraestructura marina ya se encuentran totalmente concluida y en operación, una vez que la planta de distribución de gas l.p. ubicada al Oeste del terreno donde se ubica el terreno donde se pretende el desarrollo del presente proyecto recibe el gas l.p. por medio de la línea de recepción (tubería de 6"), por lo que no se pretende la afectación de vegetación terrestre y/o acuática.

Asimismo, cabe mencionar que actualmente dicha planta es suministrada de gas l.p. proveniente del BTG Cosalá, sin embargo, una vez que el presente proyecto sea desarrollado se prevé que el buque que provea de gas l.p. al Sistema de Almacenamiento mediante Planta de Suministro sea otro dadas las condiciones de operación en que se manejará el gas en la esfera de almacenamiento.

- *Urbanización.*

El terreno de la planta contará con pendientes y sistemas adecuados de desalojo de aguas pluviales. Las zona de circulación y estacionamiento contarán con terminación superficial consolidada de gravilla o sello y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos.

- *Delimitación del predio.*

El perímetro de la planta estará delimitado con postes de acero y malla ciclónica en tres de sus linderos, y el cuarto ubicado por el lindero Oeste con barda de block de concreto de 5.0 m de altura.

- *Linderos y colindancias.*

Al Norte en 145.99 m con Terminal Pichilingue CEMEX

Al Sur en 62.90 m con terreno baldío propiedad del recinto portuario de A.P.I.

Al Noreste en 11.48 m con el mar perteneciente al Golfo de California.

Al Este en 165.12 m con el mar perteneciente al Golfo de California.

Al Oeste en 128.69 m con planta de distribución de gas l.p.

- *Accesos.*

El predio donde se pretende construir el sistema de almacenamiento contará con acceso consolidado que permitirá el tránsito seguro de vehículos. Asimismo, los predios colindantes y sus construcciones son compatibles con las actividades que se pretenden desarrollar en el proyecto.

- Acceso terrestre.

Esta planta contará con acceso terrestre de amplitud suficiente para permitir la fácil entrada y salida de vehículos y personas de tal manera que sus movimientos no resulten entorpecidos. Asimismo, se contará con una salida de emergencia de 6.0 m de ancho para personal y vehículos indicada mediante un letrero correspondiente.

El diseño de las vías de acceso, pasillo y puertas para la operación del sistema estará diseñado de tal forma que permitan el acceso a las instalaciones rápidamente.

La zona de circulación contará con terminación superficial consolidada y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos.

- Acceso marítimo.

El buque tanque gasero se adentrará a las instalaciones del proyecto a través de la bahía de Pichilingue. Actualmente el recinto portuario Pichilingue, se constituye en el medio marino por la dársena o fondeadero donde atracan las embarcaciones. Según información de la empresa Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. la dársena cuenta con una profundidad de 10 metros, lo que le permite la recepción de embarcaciones de uso comercial, industrial y turístico.

El ancho aproximado de la boca o entrada de la dársena de la bahía de Pichilingue es de 600 metros, el ancho de la dársena frente a las instalaciones del proyecto es de 1050 m, estas se adentran en el mar unos 200 metros a partir de tierra firme, se localizan en una

ensenada pequeña natural cuya entrante hacia la dársena le confiere hacia el sur una protección natural, por lo cual la localización de las boyas de sujeción del buque tanque y el posicionamiento de este en las mismas no representa ningún riesgo para la navegación de otro tipo de buques como transbordador, buque petrolero u otros.

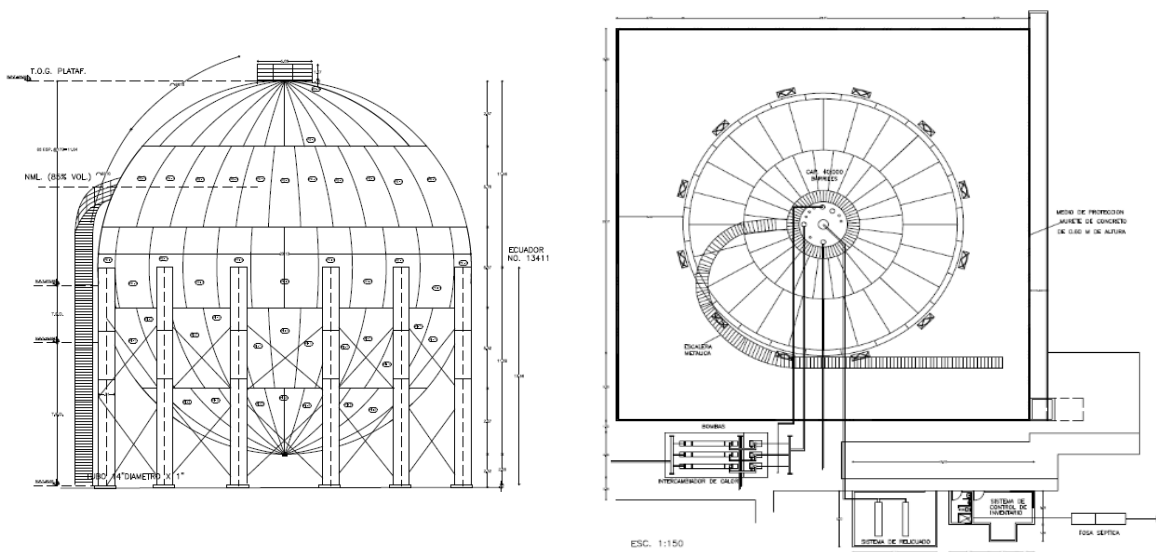
- *Sistema de tratamiento de aguas negras.*

Para el tratamiento de aguas residuales proviene de los servicios sanitarios se instalará un biodigestor con capacidad de 1300 litros, el cual cumplirá con la NOM-006-CONAGUA-1997. "Fosas sépticas prefabricadas – especificaciones y métodos de prueba".

Dicho sistema recibirá las aguas residuales domésticas y realizará un tratamiento primario del agua (proceso anaerobio), favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos.

- *Diseño del sistema de soporte para la esfera.*

Con base a la memoria de cálculo estructural cimentación esfera ([MCE-PCH-CE-001](#)) se instalará una esfera metálica para gas con un diámetro de 23.128 m con 2.0 m de separación al piso, soportada por doce columnas tubulares contra-venteadas con secciones tubulares dispuestas en forma de "X".



La unión entre la estructura y la cimentación está pensada para ser articulada en el sentido de los contravientos, dando lugar a sólo dos anclas y con una preparación para colocar una llave de cortante.

La cimentación es concebida en concreto reforzado como zapatas corridas con contra-trabes y dados para el apoyo de las columnas. Las zapatas corridas serán desplantadas sobre una plantilla de concreto pobre. Debido a que las piezas son tubos estructurales con maquilado para solamente llegar a hacer soldaduras en sitio se considera que las placas base ya vienen integradas a las columnas.

A partir de los datos técnicos del fabricante y planos se estimaron las secciones utilizadas para esta estructura. Al contar con ciertas dimensiones acotadas se escaló el plano y de esta manera se determinaron las secciones siguientes:

- Columnas: OC914x19.05
- Contravientos: OC324x10.31

Para el cálculo de las reacciones que serán soportadas por la cimentación se considera que por las dimensiones de la esfera y ubicación del sitio serán las cargas sísmicas las que regirán el diseño. Así, las características del sismo de diseño fueron tomadas de la mecánica de suelos.

Para el diseño, ya que se cuenta con una estructura con alta ductilidad al tratarse de acero estructural, ser regular en planta (completamente simétrica) y contar con un sistema de contra-venteo se le ha asignado un factor de ductilidad $Q = 2$ para el diseño.

No existen datos en la literatura para determinar las fuerzas debidas al movimiento del líquido dentro de este tipo de tanque, ya que este no tiene ni forma prismática ni la superficie del líquido al aire libre. Lo que sucederá cuando la estructura sea afectada por un sismo es que el líquido se moverá dentro de la esfera y comenzará a desplazarse fuera de la fase de movimiento del tanque lo que provocará una reducción de los desplazamientos y por tanto de las fuerzas de inercia.

Para el cálculo de las fuerzas de inercia generadas por el sismo, se consideró la masa del líquido cerca del centroide del líquido cuando éste está en reposo con elementos tipo barra de gran rigidez y poco peso para distribuir la fuerza sobre toda la esfera.

Los materiales a utilizar serán los siguientes:

- El concreto de la cimentación será $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ (con impermeabilizante integral)
- El concreto en la plantilla será $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- El acero de refuerzo será $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Rellenos con materiales de banco (tepetate)

Por lo que de acuerdo a la memoria de cálculo estructural cimentación esfera ([MCE-PCH-CE-001](#)) se concluye que la estructura resistirá las solicitaciones a las que estará expuesta durante su vida útil sin exceder la capacidad de ningún elemento estructural ante las cargas últimas de diseño y sin rebasar las condiciones de servicio ante deformaciones y vibraciones en condiciones normales de operación.

Lo anterior se cumplirá siempre y cuando se sigan los lineamientos establecidos en la memoria de cálculo y la estructura se use para el fin descrito.

Asimismo, se deberán realizar los análisis y pruebas correspondientes a las compactaciones, resistencias de concretos y aceros de refuerzo a fin de que el comportamiento de la estructura corresponda con lo establecido en la memoria de cálculo.

Finalmente, con el fin de generar los asentamientos elásticos en el suelo se recomienda llenar de agua hasta un 80% de su capacidad para que después de estos asentamientos se lleven a cabo las conexiones y evitar posibles fugas por deformación del fuego.

Para mayor detalle consultar Memoria de Cálculo Estructural cimentación esfera MCE-PCH-CE-001. Ver Anexo F.

- *Diseño estructural de cuartos.*

Sobre el lindero Oeste se encontrarán ubicados el cuarto de máquinas del sistema contra incendio, cuarto eléctrico y subestación. En tanto que al sur de la esfera de almacenamiento se encontrará el cuarto del sistema de control distribuido.

Para el diseño de las estructuras de estos cuartos se utilizó una estructuración a base de muro anular, ya que se pretende contener los empujes horizontales del material de relleno confinado que podrá ser un material libre de materias orgánicas y productos corrosivos, los diez centímetros superiores del terraplén serán constituidos por arena limpia gruesa, grava o piedra molida, con tamaño de partícula de a 2.5 centímetros.

El estudio de mecánica de suelos determinó una capacidad de carga del suelo de 25 Ton/m² a una profundidad de 1.5 m. Se utilizaron los parámetros sísmicos indicados en la mecánica de suelos.

El desplante de la estructura se hará superficial mediante losas de cimentación. Las combinaciones de carga que se realizaron son:

- Por cargas gravitacionales: CM+CV (carga muerta + carga viva)
- Por cargas accidentales: CM+CV+CA (carga muerta + carga viva + carga accidental)
- La carga accidental considerada fue la de sismo.

A estas combinaciones de acciones se les aplicó el factor de carga correspondiente según el RCDF, por considerarse una estructura del grupo "B" el factor de carga es de 1.4 para cargas gravitacionales y 1.1 para cargas a accidentales.

Para mayor detalle consultar Memoria de Cálculo Estructural Cuartos MCE-PCH-CU-001. Ver Anexo F.

- *Diseño estructural del tanque de 1000 m³ para agua contra incendios.*

Sobre el lindero oeste se encontrará ubicado un tanque de 1000 m³, especial para contener agua para el sistema contra incendio.

Dicho tanque de agua contará con un anillo perimetral de concreto a fin de repartir la carga concentrada en la pared cilíndrica de dicho tanque, así como facilitar la construcción del mismo, proteger el terraplén durante y después de la construcción, así como aislar el fondo de la humedad.

Se utilizará una estructuración a base de muro anular, ya que se pretende contener los empujes horizontales del material de relleno confinado que podrá ser un material libre de materias orgánicas y productos corrosivos, los diez centímetros superiores del terraplén serán constituidos por arena limpia gruesa, grava o piedra molida, con tamaño de partícula de 1 a 2.5 centímetros.

El estudio de mecánica de suelos determinó una capacidad de carga del suelo de 25 Ton/m² a una profundidad de 1.5 m. Se utilizaron los parámetros sísmicos indicados en la mecánica de suelos.

El desplante de la estructura se hará a 1.5 m de profundidad.

Las combinaciones de carga que se realizaron son:

- Por cargas gravitacionales: CM+CV (carga muerta + carga viva)
- Por cargas accidentales: CM+CV+CA (carga muerta + carga viva + carga accidental)
- La carga accidental considerada fue la de sismo.

A estas combinaciones de acciones se les aplicó el factor de carga correspondiente según el RCDF, por considerarse una estructura del grupo "B" el factor de carga es de 1.4 para cargas gravitacionales y 1.1 para cargas a accidentales.

Para mayor detalle consultar Memoria de Cálculo Estructural Cimentación tanque de 1000 m³ MCE-PCH-TA-001. Ver Anexo F.

En el Anexo G podrá consultar:

- Plano de conjunto y planta arquitectónica. PCH-DG-ARQ-001
- Plano arquitectónico alzado. PCH-DG-ARQ-002
- Plano cimentación esfera. PCH-DG-CIV-009
- Muro de contención de derrames. PCH-DG-CIV-009
- Plano de detalle hidro-sanitario del sistema de control de inventario.

I.1.2 Proyecto mecánico.

- *Recipiente a presión para almacenamiento.*

Esta planta contará con un recipiente de almacenamiento esférico del tipo E y cumplirá con las condiciones de diseño establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, de acuerdo a lo indicado en la Memoria de Cálculo, Diseño Mecánico y Estructura [MCE-18W13-01](#) y al plano [PHC-DG-MCE-001](#).

De acuerdo a los siguientes datos:

DATOS DE DISEÑO DEL RECIPIENTE ESFÉRICO	
GEOMÉTRICO	
Diámetro interior (D)	23,128 mm
Volumen geométrico (V) ¹	6,360 m ³
Capacidad de llenado al 85% (Ca)	5,406 m ³
Número de columnas (N)	12
Diámetro exterior de la columna	914 mm
Altura (BOS a Ecuador)	13,564 mm
Altura (Fondo Cpo al Niv. Máx. Líquido)	17,476 mm
Corrosión permisible (c)	3.0 mm
Diámetro del círculo de columnas	23,128 mm
PROCESO	
Producto:	Gas L.P.
Temperatura de diseño (T)	0° a 10° C (273 a 283 K)
Temperatura de operación (t)	-15° C (258.15 K)
Presión interna de diseño (P(i))	5.35 kg/cm ² (0.525 Mpa)
Presión externa de diseño (Pe)	0.45 kg/cm ² (0.044 Mpa)
Presión de prueba hidrostática (Pt)	8.025 kg/cm ² (0.809 Mpa)
Gravedad específica del producto	0.548
Peso del producto	3,017 ton al 85% capacidad
SITIO	
Coeficiente sísmico	0.53 8Zona "D" Suelo I; MOC de CFE
Velocidad de viento	190 km/h
MATERIALES	
Cuerpo	SA-537 CL75
Columnas (Sec. Sup. / Inf.)	SA-537 CL75/ASTM A-572 Gr 50
Boquillas (Brida / Cuello)	SA-350 LF1/SA-333 Gr1
Espárragos de bridas	SA-320 GrL7 & SA-194 Gr4
Tornillería estructural	ASTM A-325
Arriostramiento / tubo	API 5L Gr B (PSL2)
Peso del acero	415 Ton
CÓDIGOS DE DISEÑO Y ESTÁNDARES.	
NOM-009-SESH-2011	Recipientes para contener Gas L.P tipo no transportable
ASME Sect. VIII Div.1	Rules for Construction of Pressure Vessels
ASME / ANSI B16.5	Pipe Flanges & Flanged Fittings
AISC Ninth Edition	Steel Construction Manual
Manual de obras civiles CFE	Capítulo C.1.3 Diseño por sismo
Manual de obras civiles CFE	Capítulo C.1.4 Diseño por viento

¹ Un BBL = 159 litros

- *Conexiones.*

El material de las conexiones bridadas de tuberías de proceso debe ser al menos de clase 300 del código ASME B16.5-2009 para las tuberías de proceso, de acuerdo a las normas aplicables. Todos los accesorios deben tener conexión de diámetro nominal de DN 20 ($\frac{3}{4}$ de pulgada) como mínimo.

- *Recipientes a presión y tanques de almacenamiento reutilizados.*

Cuando un recipiente a presión previamente utilizado vaya a reubicarse o a usarse para el almacenamiento de GLP, es necesario que cuente con el dictamen que acredite el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para Contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, o con aquella que la sustituya, y debe ser evaluado, previo a su instalación, de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., o con aquella que la sustituya.

En el caso específico del recipiente de almacenamiento a utilizarse, no es de reúso, ya que este se armará por primera vez, sin embargo, se realizarán pruebas de espesores de sus placas antes de colocarlas.

- *Tuberías, válvulas y accesorios.*

Accesorios.

Las conexiones entre tuberías del Sistema de almacenamiento deben fabricarse de acero sin costura y tener el mismo espesor de las tuberías a las que están unidas, estar soldadas a tope de penetración completa y cumplir con lo establecido en las Normas aplicables.

Los accesorios con extremos soldables como codos, tes y coples deben resistir una presión de trabajo mínima de 20.684 MPa (3000 psi). Los accesorios de hasta DN 40 (NPS 1 1/2), deben tener extremos de caja soldable; para diámetros mayores, se pueden usar extremos soldables biselados.

Los accesorios a colocarse serán:

- Medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S.
- 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515.
- 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664.

- *Equipos de medición.*

En cada tanque de almacenamiento se deben instalar, como mínimo, los accesorios indicados en la NOM-009-SESH-2011, o aquella que la sustituya.

Los recipientes a presión deben contar con un medidor de nivel del líquido, conforme a lo establecido en la NOM-009-SESH-2011, o a aquella que la sustituya.

Para el caso específico del recipiente se utilizará un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S.

Se debe proveer un sistema de alarma redundante para alto nivel que debe configurarse para dar al operador tiempo suficiente de detener el flujo antes que se exceda la altura máxima de llenado. La alarma debe ubicarse de forma tal que sea audible y visible. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado.

El nivel máximo de llenado de la esfera será de correspondiente al 85% de su capacidad. Se establece como el nivel máximo de llenado el 85% de la capacidad total del recipiente de almacenamiento

- *Dispositivos de relevo de presión y de vacío.*

De acuerdo al punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 “Recipientes a presión”, los recipientes tipo “E” deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas debe de ser como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²).

La capacidad mínima de la válvula o conjunto de válvulas de relevo de presión requeridas debe calcularse mediante la fórmula siguiente:

En donde:

Q Es la capacidad de descarga requerida en m³/min de aire en condiciones estándar a 288.75 K (15.6°C) y 101.325 kPa absolutos (1.003 kgf/cm² absolutos).

S Es la superficie exterior del recipiente en m².
Para el recipiente esférico en cuestión, $S = 4\pi r^2$

Sustituyendo:

$$S = 4(3.1416) (11.564)^2 = 1,680.45 \text{ m}^2$$
$$= 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$$

Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4” – 300#.

- *Registro entrada – hombre.*

La esfera contará con dos registros pasa-hombre, uno en la parte superior y otro en la parte inferior cumpliendo con lo indicado en la NOM-009-SESH-2011.

- *Escaleras y plataformas.*

Las escaleras y plataformas se construirán de acuerdo a lo indicado en la NOM-015-SECRE-2013 y en la NOM-002-STPS-2010.

○ *Válvulas de corte.*

En el casquete inferior de la esfera se colocarán válvulas de corte primarias de la siguiente forma:

- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 6" marca Walworth. (Entrada y salida de gas líquido)
- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea equipo de licuefacción).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 6" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada y salida de gas líquido).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea de equipo de licuefacción).

En el casquete superior de la esfera se colocarán válvulas de corte primario de la siguiente forma:

- 1 válvula de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).
- 1 válvula de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).

○ *Tubería.*

Los sistemas de tubería que conducen GLP en el sistema, serán de acero al carbón Ced. 40 sin costura para todas las conexiones soldables, utilizando codos y tee's con bisel y bridas clase 300# de cuello soldable.

Todas las conexiones con válvulas y equipos se realizarán por medio de bridas.

Para la selección de tuberías y accesorios, la temperatura de diseño es de entre 266.55 K (-6.6 °C) y 700.15 K (427 °C).

Los accesorios colocados en la tubería de succión de la bomba soportan como mínimo una presión de 1.72 MPa (17.58 kg/cm²).

Los accesorios colocados en el resto de las tuberías son como mínimo para una presión de diseño de 2.4 MPa (24.47 kg/cm²).

○ *Bombeo y compresión.*

La recepción del producto se realizará por medio buque el cual utilizará las bombas propias para hacer llegar el producto al tanque de almacenamiento. Se considera un flujo de 40 ton/h a una temperatura de -20°C.

Para el suministro a la planta de almacenamiento y distribución se colocarán 3 bombas Blackmer LGDL4 acopladas a motor de 20 HP cada una, funcionando a 640 RPM. Con capacidad de bombeo de 833 LPM a una presión diferencial de 100 psi. Considerando un 80% de eficiencia con el gas propano tendríamos un flujo de 666.4 LPM, en la operación diaria solo se utilizarán 2 bombas y una quedara de respaldo, por lo que tendríamos un flujo de suministro de 1,332.8 LPM.

Con esta tasa de flujo, los recipientes de 250,000 litros que se suministraran tardarían en llegar de 0% a 85% 159.53 min. El flujo es aceptable para considerar detener la operación antes de tener un sobre llenado en los almacenes de recepción o en su defecto por nivel bajo en la esfera.

La bomba Blackmer LGDL4 es un equipo de desplazamiento positivo, por lo tanto, se colocarán una válvula Bypass. La válvula Bypass seleccionada para este sistema es marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 LPM, por lo que holgadamente protege la bomba. Esta válvula Bypass esta calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm², que es mayor a la presión diferencial necesaria para llenar los tanques de almacenamiento de la planta adyacente, pero menor que la máxima que soporta la bomba que es 7.02 kg/cm², garantizando así que proteja la bomba y que no se abra la válvula de alivio interna.

- *Especificaciones particulares para los sistemas de almacenamiento que reciban y entreguen GLP por ducto terrestre y/o marino.*

La tubería de recepción de ducto marino cumple con lo indicado en los numerales 2.5.2.8; 2.6.12.3 y 2.6.7 de la NOM-015-SECRE-2013.

- *Patín de regulación y medición.*

El sistema contará con un patín de regulación y medición a la recepción del producto, una vez saliendo el ducto a tierra firme y antes de llegar al tanque de almacenamiento. De acuerdo a lo indicado en el plano [PCH-DG-MEC-002](#).

El patín de medición contará con aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02.

Se colocará un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción, de igual forma se colocarán sensores de presión y temperatura, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga.

Se colocará una válvula check de 6" tipo columpio marcha Walworth de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese a al másico y esto provoque una medición errónea.

- *Sistema de Condensación de GLP.*

Este sistema, consta de dos paquetes de condensación independientes, contruidos con las mismas características y especificaciones, los cuales son capaces de mantener las condiciones óptimas de la esfera.

Cada paquete cuenta con un compresor reciprocante P8K (C-101A/C-101B), un motor de inducción de 75 HP (CM-101A/CM-101B), un separador de aceite con filtro coalescente (D-101A/D-101B), un condensador-recibidor (E-101A/E-101B), dos filtros de aceite de 200 mesh (F-101A/F-102A/F-101B/F-102B) y una válvula de control de nivel (LV-101) compartida entre los dos paquetes; además cuenta con instrumentación de protección para un control total por parte del operador.

Como ya se ha mencionado, el sistema de condensación tiene la finalidad de mantener la esfera en sus condiciones óptimas, las cuales se ven afectadas por diferentes situaciones. Por ejemplo: cuando la esfera recibe propano líquido desde un barco ubicado en un muelle a 130 m, se lleva a cabo por medio de tuberías conectadas entre ellos; durante este proceso, el propano líquido desplaza al propano gas que se encuentra en la esfera, esto se ve reflejado en el incremento de la presión de operación de la esfera. Así mismo, la presión de operación también se ve afectada por las condiciones ambientales, ya sea durante el llenado de la esfera, durante el movimiento de propano líquido de la esfera a los tanques estacionarios, o bien, durante ambas situaciones ocurriendo a la vez.

Cuando la presión en la esfera se encuentre fuera de las condiciones óptimas, uno de los paquetes de condensación entrará en operación; mientras el segundo paquete, permanecerá en espera.

El arranque o paro del compresor se llevará a cabo automáticamente, en base a la presión que detecte el transmisor (PT-101) ubicado en la línea de succión del paquete asignado para la operación; la presión a su vez definirá la capacidad de operación del compresor, al 100%, 75%, 50% o 0%, según se requiera, a través de las válvulas solenoides ubicadas en el compresor (SV-101, SV-102, SV-103).

El propano gas será descargado del compresor a una presión de 13 kg/cm², se dirigirá al separador de aceite, el cual por medio de un filtro coalescente. Por la parte inferior del separador, el aceite colectado es retornado al cárter del compresor, mientras que por la parte superior el propano gas se dirige hacia el condensador-recibidor.

El condensador-recibidor es un intercambiador de casco y tubos de flujo cruzado; este diseño logrará llevar a cabo la condensación del propano, mediante el intercambio de calor con agua. Para que se cumpla este propósito, es necesario suministrar 700 L/min de agua por el lado de los tubos, mientras que por el lado de la carcasa es suministrado el Propano gas; posteriormente al condensarse el propano, el líquido se deposita en el fondo del recipiente.

En la parte superior del condensador-recibidor se encuentra una válvula de purga de gases inertes (PV101), la cual es activada al tener un incremento anormal en la presión, ocasionado por los gases incondensables que se encuentran mezclados con el propano; de esta forma evitamos que disminuya la capacidad del condensador.

Posterior al condensador-recibidor, se cuenta con una válvula de expansión (LV101) que es compartida entre ambos paquetes, la cual se activa automáticamente en función del nivel de propano líquido contenido en el condensador recibidor. Cuando el nivel de líquido detectado por el transmisor que se encuentra conectado al recipiente sea mayor a 45%, la válvula de expansión abrirá gradualmente; el propano líquido a 13 kg/cm² pasará a través de la válvula, logrando así llevar el propano líquido a una presión entre 2 kg/cm² y 2.5 kg/cm²; este líquido es alimentado nuevamente a la esfera.

Adicional a la válvula de expansión automática, habrá una válvula de expansión manual, como medida de seguridad en la operación.

- *Despresurización de tubería.*

Por otro lado, al término del suministro de propano líquido a la esfera, es común que en la tubería que conecta al barco con la esfera, quede almacenado propano líquido y gas, a su vez parte del propano líquido tiende a evaporarse, lo que incrementará la presión en la tubería. Con la finalidad de despresurizar la tubería, el operador tendrá la opción de operar un paquete de condensación de forma manual. El compresor operará a una capacidad máxima de 50%, debido a que la cantidad de Propano gas será menor y evitando así que entre líquido al compresor. El Propano gas suministrado al paquete de condensación de forma manual, pasará por el proceso de condensación, y el líquido obtenido será dirigido a la esfera a una presión entre 2 kg/cm² y 2.5 kg/cm².

- *Calentadores.*

Como parte del proceso de la planta, es necesario transportar el propano líquido de la esfera a los tanques estacionarios para su posterior distribución; dadas las condiciones de diseño de estos tanques, se requiere que el propano líquido sea calentado de -15 °C a 8°C. Se han suministrado 3 intercambiadores de calor de casco y tubos tipo contraflujo.

Para lograr que el propano líquido alcance los 8 °C, se requiere suministrar a cada intercambiador de calor 800 L/min de propano líquido por el lado de la carcasa, lo cual se lleva a cabo a través de bombas, mientras que por el lado de los tubos se harán pasar 350 L/min agua.

El Propano líquido a 8 °C será almacenado en los tanques estacionarios para posterior distribución mientras que el agua que sale a 13 °C, será dirigida al condensador-recibidor para optimizar la condensación del Propano.

Para mayor detalle consultar Memoria Técnico Descriptiva del Proyecto Mecánico MTD-PCH-CIV-001 y Memoria de Cálculo MCE-18W13-01. Ver Anexo F.

En el Anexo G se integran:

- Plano mecánico constructivo esfera. Arreglo general. PCH-DG-MCE-001 HI
- Plano mecánico constructivo esfera. Arreglo general. PCH-DG-MCE-001
- Plano mecánico constructivo esfera. Isométrico. PCH-DG-MCE-002
- Diagrama de Tubería e Instrumentación. Patín de medición (recepción). PCH-DG-DTI-002
- Plano del Patín de medición (recepción). PCH-DG-MEC-002
- Diagrama de Tubería e Instrumentación. Sistema de Licuefacción de Gas L.P. MYK-17-1984
- Isométrico. Arreglo paquete compresor 8K. Sistema de licuefacción. MYK-17-2213
- Interconexión General. Paquetes compresor 8K. Sistema de licuefacción. MYK-17-2171
- Arreglo general Paquete compresor 8K. Sistema de licuefacción. MYK-17-2170

- Arreglo general. Intercambiador de Calor tipo BEM. Calentador. PLG-EA102-1002-01
- Detalle de boquillas. Intercambiador de Calor tipo BEM. Calentador. PLD-EA102-1002-02
- Arreglo general. Intercambiador de Calor tipo BXM. Condensador-Recibidor. PLG-EA101-1002-01
- Detalle de boquillas. Intercambiador de Calor tipo BXM. Condensador-Recibidor. PLD-EA101-1002-02
- Diagrama de Tubería e Instrumentación. Sistema de Agua. MYK-18-XXX3
- Diagrama de Flujo CC-152

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio.

Para el desarrollo del sistema contra-incendios, se ha considerado las condiciones de riesgo locales de la exposición viable al fuego, de la disponibilidad de abastecimiento de agua, así como de la eficacia de las brigadas e instalaciones.

- *Acceso para los sistemas de combate al fuego.*

El diseño de las vías de acceso, pasillo y puertas para la operación del sistema estarán diseñadas de tal forma que permitan el acceso a las instalaciones rápidamente y se permite su acceso desde dos ubicaciones distintas, como puede verse en el plano [PCH-DG-SCI-001](#), se contará además con una salida de emergencia de 6.0 m de ancho para la salida de vehículos, que se encuentren en las instalaciones.

- Diseño del sistema.

Las instalaciones de almacenamiento de GLP estarán provistas de un sistema de agua contra incendios. Para el diseño del sistema de agua contra incendios se ha apegado a lo establecido en las disposiciones 2.9.4.2 a 2.9.4.21 de la NOM-015-SECRE-2013.

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

1. Tanque de almacenamiento de agua de 1,000 m³, el cual se ha calculado de manera que se cuente con la cantidad de agua que se requiera para enfriar el tanque (único) al que se esté protegiendo, más la capacidad de reserva para tres flujos de enfriamiento adicionales de 950 litros por minuto por un tiempo mínimo de cuatro horas. Por lo que se cumple de manera satisfactoria con la capacidad mínima de almacenamiento de agua. Dicho tanque será del tipo atmosférico, de techo fijo, con venteo y recubrimiento interno, en su caso. La localización del tanque de almacenamiento de agua contra incendios, será de tal forma que no esté expuesto al fuego ni en zona de riesgo donde pudiera afectarse su integridad.
2. Caseta de máquinas construida con dimensiones en planta de 14.0 x 10.0 m y altura de 2.50 m, contará con acceso para maquinaria y/o personal. Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:
 - Una bomba con motor de combustión de 600 HP y gasto de 16,865 LPM a 7.5 kg/cm²

- Una bomba con motor eléctrico de 600 H.P. y gasto de 18,000 LPM a 7.5 kg/cm²
- 3. Red distribuidora construida con tubo de PVC para 11.2 kg/cm²; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 kg/cm². Esta tubería se instaló subterránea a una profundidad de 1.50 metros; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 355 mm de diámetro.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes: Cuatro monitores, un hidrante y el sistema de riego por aspersión para el tanque de almacenamiento.

Tanto los monitores como el hidrante estarán conectados en forma permanente a la red de distribución de agua contra incendios y serán del tipo elevado para la protección y aplicación de agua de enfriamiento a la envolvente del recipiente a presión. Los monitores se encontrarán ubicados en 4 puntos estratégicos en la parte externa de los diques de tal manera que el tanque de almacenamiento pueda ser alcanzado desde al menos dos direcciones por tres flujos de enfriamiento, como mínimo, y toda la superficie del tanque de almacenamiento podrá ser alcanzada con flujos desde los monitores así como también cada uno de los monitores será accesible durante un incendio y además estos monitores serán activados y controlados de forma remota. Las boquillas de los monitores serán ajustables para aspersión o flujo recto, según se requiera.

En la zona del estacionamiento se tendrá un hidrante con manguera de 30 metros para la cobertura. La boquilla del monitor será ajustable para aspersión o flujo recto, según se requiera.

- 4. Tubería y elementos de rociado para el tanque. La tubería será de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías son de 51 mm de diámetro. El rociado opera colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410.
- Métodos de aplicación de agua contra incendios.

El tanque se encontrará protegido mediante sistema de diluvio o sistema de aspersión de agua, cuatro monitores y un hidrante.

Sistema de diluvio:

Para el diseño del sistema de diluvio se ha considerado:

$$\begin{aligned} Q &= (S \times 10) + (4 \times 1900) = (1,686.56 \times 10) + (7,600) &&= 24,465 \text{ LPM} \\ &&&= 24.465 \text{ m}^3/\text{min} \\ &&&= 0.407 \text{ m}^3/\text{seg} \end{aligned}$$

Este es el flujo máximo con el sistema de aspersión funcionando al 100% de su capacidad y con los cuatro monitores funcionando, sin embargo, la NOM-015-SECRE-2013, nos permite que el agua sea aplicada en la parte superior del recipiente y que el agua escurra, por lo que para fines de cálculo solo se tomara en cuenta el flujo para el funcionamiento del cono superior más el funcionamiento para los anillos 1 y 2.

El modelo del rociador del cono superior será de la marca Spraying Systems Co. Modelo S2 ½" H-70W, con un gasto de 850 LPM.

En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

Por lo que para el cálculo del gasto se considerará solo el consumo para la parte más desfavorable del sistema que es:

$$Q = (19 + 38) \times 125$$

$$Q = 7125 \text{ LPM}; 7.125 \text{ m}^3/\text{min}; 0.1187 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Se contará con un cuarto de control de válvulas el cual estará a más de 15 m de distancia de la tangente del tanque de almacenamiento. En el cuarto de control de las válvulas de control automático de los sistemas de aspersión se contará con lo siguiente:

- a) Sistema de detección mediante la instalación de un tipo o una combinación de los siguientes detectores: humo, mezclas explosivas o fuego.
- b) Sistema de alarmas con dispositivos visibles y audibles, manuales o automáticos como semáforos con luces que indiquen el área y evento detectado, cornetas, sirenas o parlantes.
- c) Sistema de activación automático mediante un medio neumático, hidráulico, eléctrico o una combinación de estos, los cuales deben permitir su activación remota y manual local.

- *Sistema de detección de incendios.*

Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos. En las áreas de patín de medición, sistema de licuefacción y área de bombas e intercambiadores de calor, así como en el área de almacenamiento. Asimismo, en estas áreas se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo.

- *Extintores.*

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

1 en el patín de recepción.

- 6 en zona de almacenamiento.
- 1 en zona de bombas para agua contra incendio.
- 1 en generador de energía eléctrica.
- 1 en caseta de vigilancia
- 1 en área de intercambiador de calor y bombas de gas l.p.

Asimismo, se tendrá en el área de bombas un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

1.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

Básicamente el proceso operativo inicia con la llegada de gas l.p. por medio de un buque tanque gasero (BTG), el cual será anclado en la infraestructura marítima (ya existente), en donde se llevará a cabo la conexión de la válvula de descarga del BTG con la línea de recepción mediante una manguera de 30 m, la cual cuenta con válvulas en los extremos. La descarga del producto se realizará por medio de las bombas propias del BTG, el gas l.p. será enviado a un recipiente esférico, para finalmente realizar el suministro a la planta de distribución ubicada por el lindero Norte del terreno del proyecto.

Por lo que de acuerdo a lo anterior se puede decir que no se lleva a cabo ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, aunque sí, cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. A continuación se describe de manera detallada el proceso por cada etapa operativa:

a) Descarga de buque tanque gasero (BTG)

La operación de la planta iniciará en la zona de boyas, en donde una vez anclado el BTG se procederá a conectar el cable para corrientes parásitas antes de realizar la conexión a la manguera y este permanecerá conectado hasta que la manguera sea desconectada.

Posteriormente se trasladará la manguera submarina de 30 m de longitud por medio de una pluma para ser colocada sobre la barandilla para su posterior conexión con el manifold del buque para transferir el gas l.p. en fase líquida desde el barco hasta el recipiente esférico a -20°C y a un flujo aproximado de 40 ton/h.

Antes de iniciar las operaciones de trasiego, la persona encargada de dichas actividades tanto en el buque tanque como en la planta inspeccionará los sistemas respectivos. La inspección a los sistemas debe asegurar que el equipo designado para el trasiego de GLP, así como las mangueras, han sido objeto de un adecuado mantenimiento, probados y se encuentran en condiciones de operación.

Asimismo, se colocarán letreros grandes de alerta en diversos puntos estratégicos en el área marina que sean visibles en la planta y zona de atraque. Los letreros mostrarán las leyendas: "Peligro" "Descarga de líquido inflamable" "Se prohíbe fumar" "Se prohíben visitas" "No encender luces", entre otras que resulten necesarias.

Una vez concluida la inspección, las personas responsables de ambas instalaciones se notificarán uno al otro que la instalación respectiva se encuentra preparada para iniciar las operaciones de trasiego.

La transferencia del gas desde el BTG hasta el recipiente esférico se hará por medio de las bombas propias del BTG a través de una línea de recepción (infraestructura ya existente). La operación de descarga será controlada por válvulas de corte rápido.

b) Patín de regulación y medición de gas l.p.

La corriente de gas l.p. pasará posteriormente al patín de medición PM-101, el cual contará con los accesorios necesarios para el monitoreo de las variables de flujo, densidad, temperatura y presión, a fin de que las señales generadas en estos dispositivos sean concentradas en el cuarto de control, tales como: un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción, de igual forma se colocarán sensores de presión y temperatura, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga.

Asimismo, el patín contará con una válvula check de 6" tipo columpio marca Walworth de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese a al másico y esto provoque una medición errónea.

El gas l.p. proseguirá su transporte por la línea de 6" para dirigirse directamente a la esfera.

c) Almacenamiento de gas l.p.

El gas l.p. será conducido a través de la línea de 6" hasta el recipiente esférico TE-01. Para la operación de llenado de la esfera el sistema de control compara los valores de la señal analógica del transmisor de nivel (tipo radar) y una vez alineado el set point, se procederá al llenado de ésta.

El área de almacenamiento estará integrada por un solo recipiente esférico tipo "E" con capacidad de 40,000 barriles donde se almacenará el gas l.p. a una temperatura de -15°C y a una presión de 2.5 kg/cm^2 (condiciones de operación), hasta su posterior bombeo a los tanques horizontales instalados en la planta de distribución ubicada al Oeste del terreno del proyecto.

Para que la capacidad de almacenamiento de la esfera sea óptima se debe mantener a una presión de operación de entre 2 y 2.5 kg/cm^2 . No obstante, cuando la esfera recibe gas l.p. líquido desde un barco ubicado en un muelle a 130 m por medio de tuberías conectadas entre ellos, el gas l.p. líquido desplaza al gas l.p. vapor que se encuentra en el recipiente esférico, esto se verá reflejado en el incremento de la presión de operación del recipiente. Asimismo, la presión de operación también se verá afectada por las condiciones ambientales, ya sea durante el llenado del recipiente, durante el movimiento de gas l.p.-líquido de la esfera a los tanques estacionarios, o bien, durante ambas situaciones ocurriendo a la vez, en donde se puede llegar a provocar evaporación instantánea conocida como "flash-gas"

Es por eso que se ha proyectado la instalación de un sistema de condensación (sistema de re-licuado), cuyo objetivo será mantener la esfera en sus condiciones óptimas de operación.

d) Sistema de condensación (Re-licuado)

Como ya se ha mencionado, este sistema tiene como finalidad la conservación de la temperatura de almacenamiento del gas l.p. y la condensación de los vapores de gas l.p. generados durante la operación de llenado de la misma.

Este sistema, consta de dos paquetes de condensación independientes, contruidos con las mismas características y especificaciones, los cuales son capaces de mantener las condiciones óptimas de la esfera.

Cada paquete cuenta con un compresor reciprocante P8K (C-101A/C-101B), un motor de inducción de 75 HP (CM-101A/CM-101B), un separador de aceite con filtro coalescente (D-101A/D-101B), un condensador-recibidor (E-101A/E-101B), dos filtros de aceite de 200 mesh (F-101A/F-102A/F-101B/F-102B) y una válvula de control de nivel (LV-101) compartida entre los dos paquetes; además cuenta con instrumentación de protección para un control total por parte del operador.

Cuando la presión en la esfera se encuentre fuera de las condiciones óptimas, uno de los paquetes de condensación entrará en operación; mientras el segundo paquete permanecerá en espera.

El arranque o paro del compresor se llevará a cabo automáticamente, con base en la presión que detecte el transmisor (PT-101) ubicado en la línea de succión del paquete asignado para la operación; la presión a su vez definirá la capacidad de operación del compresor, al 100%, 75%, 50% o 0%, según se requiera, a través de las válvulas selenoides ubicadas en el compresor (SV-101, SV-102, SV-103)

El gas l.p. será descargado del compresor a una presión de 13 kg/cm², se dirigirá al separador de aceite, el cual tendrá un filtro coalescente, Por la parte inferior del separador, el aceite colectado será retornado al cárter del compresor, mientras que por la parte superior el gas l.p. se dirigirá hacia el condensador recibidor.

El condensador-recibidor es un intercambiador de casco y tubos de flujo cruzado; este diseño logrará llevar a cabo la condensación del gas l.p., mediante el intercambio de calor con agua. Para que se cumpla este propósito, es necesario suministrar 700 L/min de agua por el lado de los tubos, mientras que por el lado de la carcasa es suministrado el gas l.p. en fase vapor; posteriormente al condensarse el gas l.p, el líquido se deposita en el fondo del recipiente.

En la parte superior del condensador-recibidor se encuentra una válvula de purga de gases inertes (PV101), la cual es activada al tener un incremento anormal en la presión, ocasionado por los gases incondensables que se encuentran mezclados con el gas l.p.; de esta forma evitamos que disminuya la capacidad del condensador.

Posterior al condensador-recibidor, se cuenta con una válvula de expansión (LV101) que es compartida entre ambos paquetes, la cual se activa automáticamente en función del nivel de gas l.p. en fase líquida contenido en el condensador recibidor. Cuando el nivel de líquido detectado por el transmisor que se encuentra conectado al recipiente sea mayor a 45%, la válvula de expansión abrirá gradualmente; el gas l.p. en fase líquida a 13 kg/cm² pasará a través de la válvula, logrando así llevar el gas l.p en fase líquida a una presión entre 2 kg/cm² y 2.5 kg/cm²; este líquido es alimentado nuevamente a la esfera. Adicional a la válvula de expansión automática, habrá una válvula de expansión manual, como medida de seguridad en la operación.

e) Bombeo de gas l.p.

El gas l.p. en fase líquida procedente del recipiente esférico será bombeado a los tanques de almacenamiento instalados en la planta de distribución adyacente para su posterior distribución. El suministro de gas l.p. a la planta de almacenamiento y distribución se llevará a cabo por medio de 3 bombas Blackmer LGDL4 acopladas a motor de 20 HP cada una, funcionando a 640 RPM. Con capacidad de bombeo de 833 LPM a una presión diferencial de 100 psi. Considerando un 80% de eficiencia con el gas propano se tendrá un flujo de 666.4 LPM, en la operación diaria solo se utilizarán 2 bombas y una quedará de respaldo, por lo que tendríamos un flujo de suministro de 1,332.8 LPM.

Con esta tasa de flujo, los recipientes de 250,000 litros (12 en total) que se suministraran tardarían en llegar de 0% a 85% 159.53 min. El flujo es aceptable para considerar detener la operación antes de tener un sobre llenado en los almacenes de recepción o en su defecto por nivel bajo en la esfera.

La bomba Blackmer LGDL4 es un equipo de desplazamiento positivo, por lo tanto, se colocarán una válvula Bypass. La válvula Bypass seleccionada para este sistema es marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 lts/min, por lo que holgadamente protege la bomba. Esta válvula Bypass esta calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm², que es mayor a la presión diferencial necesaria para llenar los tanques de almacenamiento de la planta adyacente, pero menor que la máxima que soporta la bomba que es 7.02 kg/cm², garantizando así que proteja la bomba y que no se abra la válvula de alivio interna.

f) Calentamiento de gas l.p.

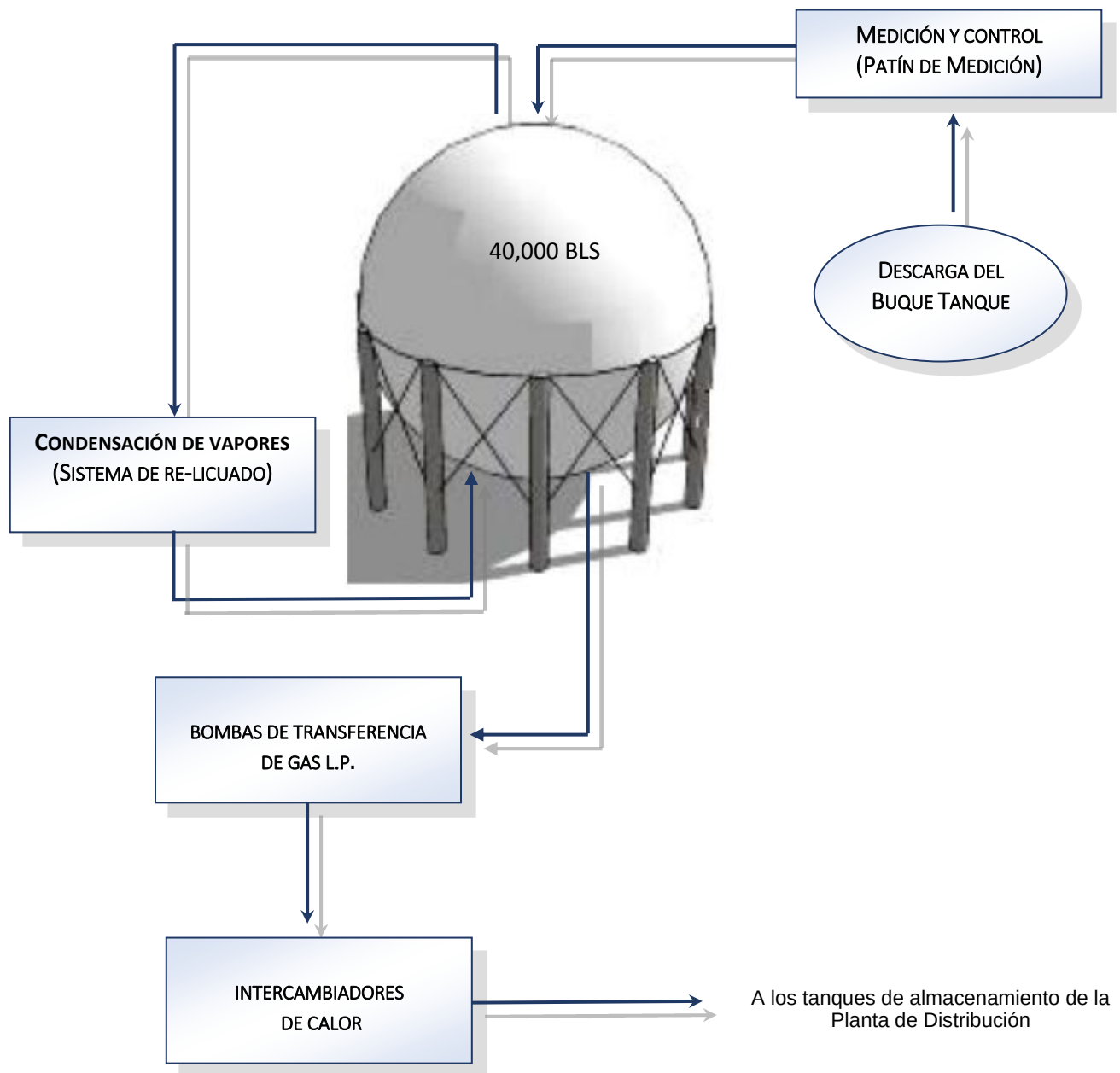
Es necesario transportar el gas l.p. en fase líquida de la esfera a los tanques estacionarios para su posterior distribución; sin embargo, dadas las condiciones de diseño de estos tanques se requiere que el gas l.p. sea calentado de -15 °C a 8°C.

Por lo que para lograr que el propano líquido alcance los 8 °C se contará con tres intercambiadores de calor de casco y tubos tipo contraflujo. Se requiere suministrar a cada intercambiador de calor 800 L/min de gas l.p. líquido por el lado de la carcasa, lo cual se lleva a cabo a través de bombas, mientras que por el lado de los tubos se harán pasar 350 L/min agua.

El gas l.p. líquido a 8 °C será almacenado en los tanques estacionarios para posterior distribución, mientras que el agua que sale a 13 °C, será dirigida al condensador-recibidor para optimizar la condensación del gas l.p.

DIAGRAMA DE BLOQUES

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P., MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO



Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

La materia prima para la operación del proyecto “**Sistema de Almacenamiento de Gas L.P., mediante Planta de Suministro**” que promueve la empresa “**Diesgas, S.A. de C.V.**”, será precisamente el Gas Licuado del Petróleo (GLP), cuyos componentes principales son el propano y el butano, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, es decir, pasan a estado líquido, esto se logra si se someten a presiones moderadamente bajas o mediante refrigeración. Es por esta razón que el GLP se transporta y almacena como un líquido pero se usa como gas.

El almacenamiento presurizado implica que el gas l.p. se almacene a temperatura ambiente y a una presión superior a la atmosférica que oscila en un rango de 6 a 10 kg/cm², en tanto que el almacenamiento refrigerado implica que el gas l.p. deba ser enfriado a la temperatura de ebullición correspondiente a la presión interna del tanque de almacenamiento, que en este caso, es aproximadamente igual a la atmosférica. En el caso particular del proyecto el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semipresurizado (semirefrigerado), una vez que la presión de operación será de entre 2 y 2.5 kg/cm².

Por lo que la única sustancia que se manejará será el gas l.p. con una capacidad total de almacenamiento de 6360 m³ (3, 720,918 kg), contenidos en un solo recipiente esférico tipo “E” con capacidad de 40,000 barriles. Dicha capacidad rebasa la cantidad de reporte que equivalente a 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.

El GLP. no tiene características reactivas, corrosivas o radioactivas. Es peligroso aspirar gas l. p.; en grandes cantidades puede producir muerte por asfixia, al igual que muere una persona por falta de oxígeno. Un litro de gas l. p. en estado líquido, pesa menos que un litro de agua (aproximadamente la mitad). Un litro de gas l. p., en estado vapor pesa más que un litro de aire (entre 1.5 a 2 veces más).

Para poder quemar el gas l.p., se necesita mezclarlo con cierta cantidad de aire; esta cantidad de aire que participará en la mezcla comprende un rango en el que se puede llevar a cabo la combustión y que fuera de él, ésta no podrá realizarse. El gas se quema totalmente sin dejar residuos ni cenizas; no produce humo ni hollín, su llama es muy caliente. La temperatura de ignición del propano es de 466 ° C y del butano 405 ° C.

Diesgas, S.A. de C.V.	
Sustancia peligrosa*	Gas Licuado de Petróleo
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas
Cantidad máxima de almacenamiento	6,360,000 L de agua al 100% (3, 720,918 kg)
Flujo en operación	Flujo de descarga: 40 Ton/hr
Concentración de la sustancia peligrosa	Propano – 90% Butano – 10%
Capacidad máxima de producción	La principal actividad será el suministro del GLP. y no la producción del mismo.
Tipo de almacenamiento	La Planta contará con un recipiente esférico tipo “E”, especial para contener gas l.p.

I.2.1. Hojas de seguridad

HOJA DE SEGURIDAD DEL GAS L.P.			
Fecha de Elaboración: 14 – 06 – 2018		Fecha de Revisión: 14 – 06 – 2018	
SECCIÓN I: DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUÍMICA.			
1.- Nombre del Fabricante o Importador: PEMEX		2.- En caso de emergencia comunicarse a: SETIQ Teléfono: 01-800-00 21 400	
3.- Domicilio Completo:			
Km. 18 dentro del recinto portuario del puerto comercial Pichilingue	No. Ext. S/N	Colonia N/A	C.P. C.P. 23208
Delegación/Municipio: La Paz	Localidad o Población:	Entidad Federativa: Baja California Sur	
SECCIÓN II: DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA.			
1.- Nombre Comercial Gas Licuado Comercial		2.- Nombre Químico Mezcla Propano – Butano	
3.- Peso Molecular 45.50 kg/kmol		4.- Familia Química Hidrocarburos del Petróleo	
5.- Sinónimos Gas LP, LPG, gas licuado de petróleo		6.- Otros Datos No es toxico pero si inflamable	
SECCIÓN III: COMPONENTES RIESGOSO.			
1.- % y Nombre de los Componentes Propano: 90 Butano: 10	2.- No. CAS 68476-85-7	3.- No. de la ONU 1075	4.- Cancerígenos o Teratogénicos No se conocen
5.- Límite Máximo Permisible de Concentración Asfixiante simple	6.- IDLH/IPVS (ppm) 2100	7.- Grado de Riesgo De alto pero debido a su inflamabilidad y explosividad, no por sus efectos tóxicos.	
SECCIÓN IV: PROPIEDADES FÍSICAS.			
1.- Temperatura de Fusión (°C): -167.9		2.- Temperatura de ebullición (°C): -37.89	
3.- Presión de vapor (mmHg a 20 °C): 4500 a 21.1 °C		4.- Densidad Relativa: 0.540	
5.- Densidad relativa de vapor (Aire = 1.00 a C.N.): 2.01		6.- Solubilidad en Agua (g/100ml): Aproximadamente 0.0079% en peso (insignificante; menos del 0.1 %).	
7.- Reactividad en agua: No es reactivo		8.- Estado Físico, Color y Olor: Líquido, Incoloro, Etil-mercaptano	
9.- Velocidad de evaporación (Butil Acetato = 1): Inmediata		10.- Punto de Inflamación (°C): -98.0	
11.- Temperatura de auto ignición (°C): 435.0		12.- Por ciento de Volatilidad: Muy volátil	
13.- Límites de Inflamabilidad (%):			
Inferior: 1.8		Superior: 9.3	

SECCIÓN V: RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN.					
1.- Medio de Extinción					
Niebla de Agua: X	Espuma:	Halón:	CO ₂ : X	PQS: X	Otros:
2.- Equipo Especial de Protección (General) para Combate de Incendio:					
Equipo para ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial.					
3.- Procedimiento Especial de Combate de Incendio:					
Evacúe al personal del área y ponga en acción el Plan de Emergencia. En caso de no tener un plan de emergencia a la mano, retírese de inmediato lo más posible del área contrario a la dirección del viento.					
Proceda a bloquear las válvulas que alimentan gas a la fuga y ejecute las instrucciones operacionales o desfuegos al quemador, mientras enfría con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor (el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos, provoca presiones excesivas). No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.					
4.- Condiciones que Conducen a un Peligro de Fuego y Explosión y Explosión NO Usuales:					
En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.					
5.- Productos de la Combustión:					
Los gases o humos, productos normales de la combustión son bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono (gas tóxico), ya sea que provenga de un motor de combustión o por uso doméstico. También puede producir aldehídos (irritante de nariz y ojos) por la combustión incompleta.					
SECCIÓN VI: DATOS DE REACTIVIDAD.					
1.- Sustancia			2.- Condiciones a Evitar		
Estable: X		Inestable	Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidantes fuertes.		
3.- Incompatibilidad (Sustancias a Evitar):					
Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo. Sin embargo deben de evitar agentes oxidantes.					
4.- Descomposición de Componentes Peligrosos					
La combustión del GLP tiene las emisiones más bajas de gases de efecto invernadero en comparación con otros combustibles fósiles, debido a que tiene un ciclo de combustión total (parte de los productos de la combustión son: CO ₂ , H ₂ O y NO _x).					
5.- Polimerización Peligrosa:			6.- Condiciones a Evitar:		
Puede Ocurrir:		No Puede Ocurrir: X	El contacto con materiales incompatibles y/o temperaturas elevadas puede causar incendio o explosión.		

SECCIÓN VII: RIESGOS PARA LA SALUD.

Vías de Entrada		Síntomas del Lesionado		Primeros Auxilios		
1.- Ingestión Accidental		En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.		La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.		
2.- Contacto con los Ojos		La salpicadura de una fuga de gas licuado provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.		La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.		
3.- Contacto con la Piel		El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.		Las salpicaduras de este líquido provocan quemaduras frías; deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No use agua caliente. Quítese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.		
4.- Absorción		No se valida absorción del GLP por vía cutánea				
5.- Inhalación		Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.		Si se detecta presencia de gas en la atmósfera, retire a la víctima lejos de la fuente de exposición, donde pueda respirar aire fresco. Si no puede ayudar o tiene miedo, aléjese de inmediato. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial (RCP = reanimación o respiración cardiopulmonar). Si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Solicite atención médica inmediata.		
6.- Sustancia Química Considerada como Cancerígena (Según Normatividad de la STPS y SSA)						
STPS	SI	NO: X	SSA	SI	NO: X	Otros Especificar:

SECCIÓN VIII: INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES.

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

SECCIÓN IX: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.

1. - Especificar tipo.

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

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

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

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

2. - Ventilación.

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

SECCIÓN X: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACIÓN DE TRANSPORTE)

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

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador deberá contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad deberá estar identificada de acuerdo con la NOM-004-SCT-2004.
4. Contar con información para emergencias durante la transportación de acuerdo a la NOM-005-SCT/2008.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la NOM-006-SCT2/2011.
6. Revisión periódica de auto-tanque de acuerdo con la NOM-007-SESH-2010.
7. Revisión periódica de semirremolques de acuerdo con la NOM-012-SCT-2-2014.

SECCIÓN XI: INFORMACIÓN ECOLÓGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLÓGICAS)

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

SECCIÓN XII: PRECAUCIONES ESPECIALES.

1.- De Manejo y almacenamiento:

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (NOM-002-SESH-2009, "Bodegas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción, operación y condiciones de seguridad), lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables, de acuerdo a las normas aplicables. Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del LPG). No deje caer ni maltrate los cilindros. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a las normas aplicables. Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos (NFPA-58, "Estándar para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados del Petróleo").

2.- Otras:

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

I.2.2. Almacenamiento.

Esta planta contará con un recipiente de almacenamiento esférico del tipo E, el cual cumplirá con las condiciones de diseño establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, de acuerdo a lo indicado en la [Memoria de Cálculo, diseño Mecánico y Estructura MCE-18W13-01 y al plano PHC-DG-MCE-001](#).

El recipiente esférico tendrá las siguientes características:

DATOS DE DISEÑO DEL RECIPIENTE ESFÉRICO	
GEOMÉTRICO	
Diámetro interior (D)	23,128 mm
Volumen geométrico (V) ²	6,360 m ³
Capacidad de llenado al 85% (Ca)	5,406 m ³
Número de columnas (N)	12
Diámetro exterior de la columna	914 mm
Altura (BOS a Ecuador)	13,564 mm
Altura (Fondo Cpo al Niv. Máx. Líquido)	17,476 mm
Corrosión permisible (c)	3.0 mm
Diámetro del círculo de columnas	23,128 mm
PROCESO	
Producto:	Gas L.P.
Temperatura de diseño (T)	0° a 10° C (273 a 283 K)
Temperatura de operación (t)	-15° C (258.15 K)
Presión interna de diseño (P(i))	5.35 kg/cm ² (0.525 Mpa)
Presión externa de diseño (Pe)	0.45 kg/cm ² (0.044 Mpa)
Presión de prueba hidrostática (Pt)	8.025 kg/cm ² (0.809 Mpa)
Gravedad específica del producto	0.548
Peso del producto	3,017 ton al 85% capacidad
SITIO	
Coeficiente sísmico	0.53 8Zona "D" Suelo I; MOC de CFE
Velocidad de viento	190 km/h
MATERIALES	
Cuerpo	SA-537 CL75
Columnas (Sec. Sup. / Inf.)	SA-537 CL75/ASTM A-572 Gr 50
Boquillas (Brida / Cuello)	SA-350 LF1/SA-333 Gr1
Espárragos de bridas	SA-320 GrL7 & SA-194 Gr4
Tornillería estructural	ASTM A-325
Arriostramiento / tubo	API 5L Gr B (PSL2)
Peso del acero	415 Ton
CÓDIGOS DE DISEÑO Y ESTÁNDARES.	
NOM-009-SESH-2011	Recipientes para contener Gas L.P tipo no transportable
ASME Sect. VIII Div.1	Rules for Construction of Pressure Vessels
ASME / ANSI B16.5	Pipe Flanges & Flanged Fittings
AISC Ninth Edition	Steel Construction Manual
Manual de obras civiles CFE	Capítulo C.1.3 Diseño por sismo
Manual de obras civiles CFE	Capítulo C.1.4 Diseño por viento

² Un BBL = 159 litros

El recipiente contará con los siguientes accesorios y dispositivos de seguridad:

- Medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado.
- 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515.
- 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664.
- 6 ensambles de múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300#. Capacidad de descarga 4704.70 m³/min = 166,150.8 SCFM

En el casquete inferior de la esfera se colocarán válvulas de corte primarias de la siguiente forma:

- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 6" marca Walworth. (Entrada y salida de gas líquido)
- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea equipo de licuefacción).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 6" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada y salida de gas líquido).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea de equipo de licuefacción).

En el casquete superior de la esfera se colocarán válvulas de corte primario de la siguiente forma:

- 1 válvula de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).
- 1 válvula de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).

Además:

- Dos registros pasa-hombre, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.
- Escalera y plataforma de acuerdo a lo indicado en la NOM-015-SECRE-2013 y en la NOM-002-STPS-2010.
- Sistema de aspersión por medio de rociadores: en cono superior 1 pieza; en anillo 1 y 5, 19 piezas; en anillo 2 y 4, 38 piezas, y en anillo 3, 50 piezas.
- El aislamiento térmico será del tipo y espesor apropiados.

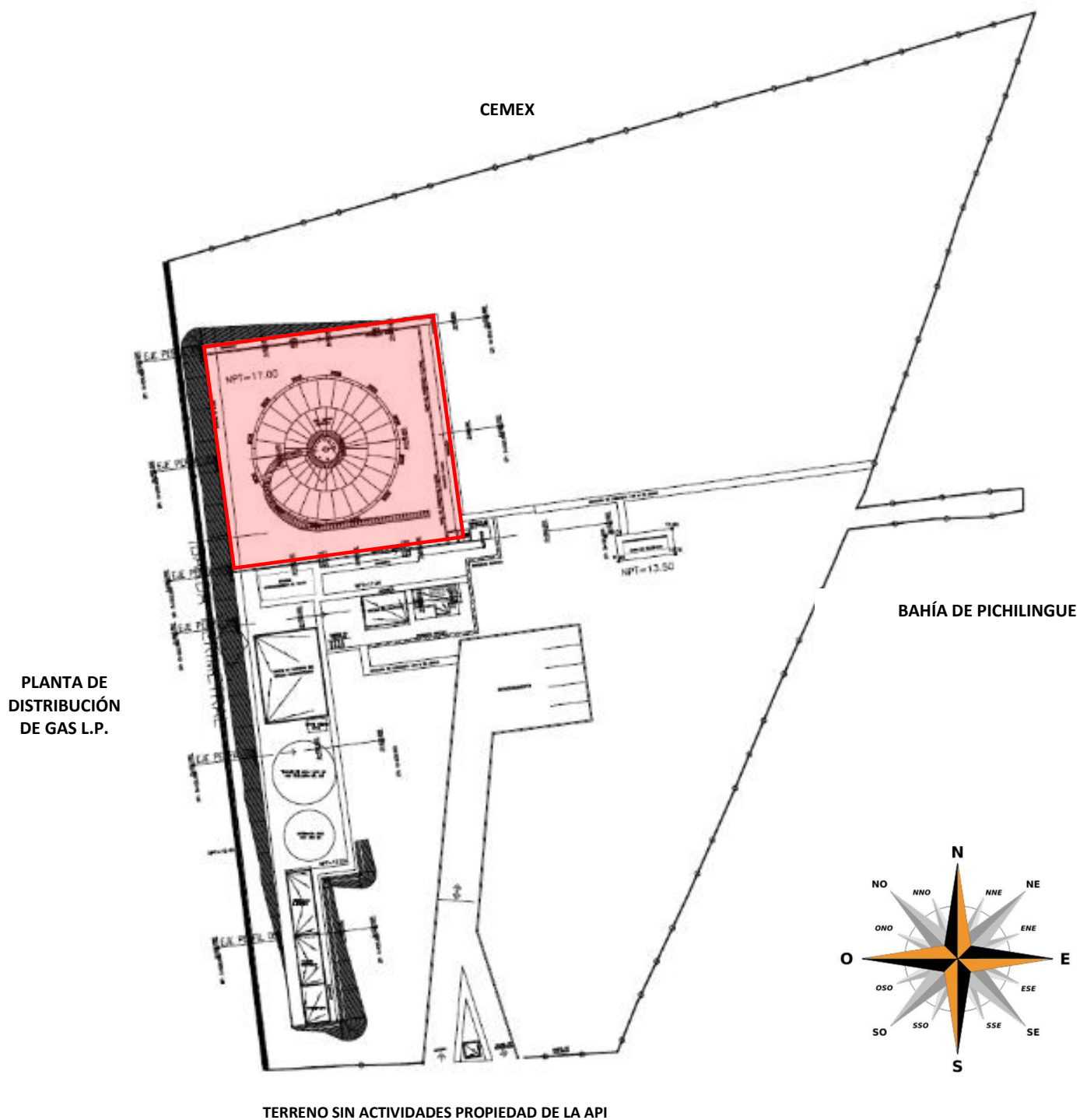
Para mayor detalle consultar:

- [Memoria de Cálculo MCE-18W13-01. Ver Anexo F.](#)

[En el Anexo G se integran:](#)

- [Plano mecánico constructivo esfera. Arreglo general. PCH-DG-MCE-001 HI](#)
- [Plano mecánico constructivo esfera. Arreglo general. PCH-DG-MCE-001](#)
- [Plano mecánico constructivo esfera. Isométrico. PCH-DG-MCE-002](#)

LOCALIZACION DEL RECIPIENTE ESFÉRICO DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DEL PROYECTO.



ZONA DE ALMACENAMIENTO: Integrada por un recipiente esférico tipo E con capacidad para 40,000 Barriles

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares.

Línea de recepción. (Infraestructura ya existente)

La línea de recepción inicia en el punto de descarga del BTG y termina en la interconexión con el patín de regulación y medición. Está integrada por una manguera de neopreno y tubería de acero con clasificación ASME, ambas para manejo especial para gas l.p en medio marino de 6" de diámetro.

La tubería de acero en su extremo terminal marino se conecta a una manguera de neopreno especial para gas l.p. con una longitud de 30 m y 6" de diámetro, la cual en el extremo de conexión a bordo cuenta con una válvula de cierre rápido bridada y con un anillo de boyarines con un orinque de 1" y 1 ¼" de diámetro de cabo de nylon de alta densidad para facilitar las maniobras de izaje a bordo y sujeción de la manguera cuando esta no se utilice. Cuenta con protección catódica y una válvula de no retroceso y de cierre rápido, ambas de 6" de diámetro.

Patín de recibo (medición y regulación).

El sistema contará con un patín de regulación y medición a la recepción del producto, una vez saliendo el ducto a tierra firme y antes de llegar al tanque de almacenamiento. De acuerdo a lo indicado en el plano [PCH-DG-MEC-002](#).

La masa de Gas L. P. que llegará a las instalaciones se medirá a través de este patín de medición y regulación, el cual contará con los accesorios necesarios para que no exista la posibilidad de pasar producto sin ser cuantificado. El patín de recibo de Gas L.P. tendrá conexiones bridadas y estará integrado por los siguientes elementos:

- ❖ **Válvulas manuales** las cuales dispondrán de indicación local de posición de "abierto/cerrado".
- ❖ **Válvulas de control remoto neumáticas** de 102 mm de diámetro. Estas válvulas tendrán un intervalo seguro de operación de 0 – 28 kg/cm².
- ❖ Se colocarán **sensores de presión y temperatura**, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga.
- ❖ La instalación se encontrará protegida contra sobrepresiones a través de **válvulas de relevo hidrostática**. Apertura de 28.13 kg/cm² y capacidad de 22 m³/min.
- ❖ El patín de medición contará con **aislamiento eléctrico** entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02.
- ❖ Se colocará un **medidor másico M400** con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción.
- ❖ Se colocará una **válvula check de 6" tipo columpio marca Walworth** de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese al másico y esto provoque una medición errónea.

Sistema de re-licuado (condensación de GLP). Intercambiadores de calor tipo BMX.

Este sistema, constará de dos paquetes de condensación independientes, contruidos con las mismas características y especificaciones, los cuales serán capaces de mantener las condiciones óptimas de la esfera.

Cuando la presión en la esfera se encuentre fuera de las condiciones óptimas, uno de los paquetes de condensación entrará en operación; mientras el segundo paquete, permanecerá en espera.

Cada paquete cuenta con:

- ❖ Un compresor reciprocante P8K (C-101A/C-101B)
- ❖ Tres válvulas solenoides ubicadas en el compresor (SV-101, SV-102, SV-103).
- ❖ Un motor de inducción de 75 HP (CM-101A/CM-101B)
- ❖ Un separador de aceite con filtro coalescente (D-101A/D-101B)
- ❖ Un condensador-recibidor (E-101A/E-101B), en su parte superior cuenta con una válvula de purga de gases inertes (PV101)
- ❖ Dos filtros de aceite de 200 mesh (F-101A/F-102A/F-101B/F-102B)
- ❖ Una válvula de control de nivel (LV-101) compartida entre los dos paquetes
- ❖ Un transmisor de presión (PT-101) ubicada en la línea de succión de cada paquete

Además contará con instrumentación de protección para un control total por parte del operador.

Bombas de gas l.p.

Para el suministro a la planta de almacenamiento y distribución se colocarán 3 bombas Blackmer LGDL4 acopladas a motor de 20 HP cada una, funcionando a 640 RPM. Con capacidad de bombeo de 833 LPM a una presión diferencial de 100 psi. Considerando un 80% de eficiencia con el gas propano tendríamos un flujo de 666.4 LPM, en la operación diaria solo se utilizarán 2 bombas y una quedara de respaldo, por lo que tendríamos un flujo de suministro de 1,332.8 LPM.

Con esta tasa de flujo, los recipientes de 250,000 litros que se suministraran tardarían en llegar de 0% a 85% 159.53 min. El flujo es aceptable para considerar detener la operación antes de tener un sobre llenado en los almacenes de recepción o en su defecto por nivel bajo en la esfera.

La bomba Blackmer LGDL4 es un equipo de desplazamiento positivo, por lo tanto, se colocarán una válvula Bypass. La válvula Bypass seleccionada para este sistema es marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 LPM, por lo que holgadamente protege la bomba. Esta válvula Bypass esta calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm², que es mayor a la presión diferencial necesaria para llenar los tanques de almacenamiento de la planta adyacente, pero menor que la máxima que soporta la bomba que es 7.02 kg/cm², garantizando así que proteja la bomba y que no se abra la válvula de alivio interna.

Calentadores para gas l.p. (Intercambiadores de calor tipo BEM).

Como parte del proceso de la planta, es necesario transportar el propano líquido de la esfera a los tanques estacionarios para su posterior distribución; dadas las condiciones de diseño de estos tanques, se requiere que el propano líquido sea calentado de -15 °C a 8°C.

Debido a lo anterior se ha proyectado la instalación de 3 intercambiadores de calor de casco y tubos tipo contraflujo. Para lograr que el propano líquido alcance los 8 °C, se requiere suministrar a cada intercambiador de calor 800 L/min de propano líquido por el lado de la carcasa, lo cual se lleva a cabo a través de bombas, mientras que por el lado de los tubos se harán pasar 350 L/min agua.

El Propano líquido a 8 °C es almacenado en los tanques estacionarios para posterior distribución mientras que el agua de mar que sale a 13 °C, será dirigida al condensador-recibidor para optimizar la condensación del Propano.

Suministro de agua a los intercambiadores de calor.

El agua utilizada en los intercambiadores de calor, tanto del lado de las unidades de licuefacción de GLP como del lado del calentamiento de GLP pasará a través de una torre de enfriamiento para recuperar su temperatura original.

De acuerdo a las condiciones de diseño de los intercambiadores de calor, se ha considerado una torre de enfriamiento marca BAC, modelo VT0-65-J o equivalente para el suministro de agua a los condensadores-recibidores, la cual entraría en operación cuando la temperatura del agua en la cisterna sea superior a 30°C, y así se lleve a cabo la licuefacción del GLP de forma óptima, las características de este equipo son las siguientes:

1. Torre de enfriamiento tipo abierta, fabricada totalmente en acero inoxidable 304 y cuenta con:
 - ❖ Un ventilador estándar, cuyo motor es de 10 HP, tipo *inverter duty*, eficiencia *Premium*, 460 V, 3f, 60 Hz. Apto para clase 1 división 1.
 - ❖ *Barandales, escaleras y guarda de seguridad. (opcional)*
 - ❖ *Condiciones de diseño: Capacidad 200 kW, flujo: 700 LPM, Tbh: 28°C*
2. *Suministro de dos bombas marca Goulds, serie 3196 o equivalente, para abastecimiento de agua a condensadores-recibidores.*

Se han considerado dos bombas para la entrada de agua a los intercambiadores de calor, cada bomba cumple con la capacidad requerida para que se lleve a cabo la condensación; una bomba estará en operación en su máxima capacidad y la otra bomba estará en stand by, las características de estos equipos son las siguientes:

- ❖ *Tipo centrifugas horizontales.*
- ❖ *Carcasa, impulsor y caja de sello en hierro ductil.*
- ❖ *Camisa del eje en acero inoxidable 316.*

- ❖ *Eje en acero 4140.*
 - ❖ *Sello mecánico de cartucho marca John Crane.*
 - ❖ *Acoplada a motor eléctrico marca US de 10 HP, 3600 RPM, eficiencia Premium 230-460 V, 3f, 60 Hz, mediante cople espaciador Rexnord WES04, incluye guardacople tipo Osha y plan 11 de lubricación al sello. Apto para clase 1 división 1*
 - ❖ *Condiciones de diseño: Capacidad: 700 LPM, cabeza: 30 m*
3. *Tres bombas marca Goulds, serie 3196 o equivalente, para abastecimiento de agua a calentadores:*

Se han considerado tres bombas para la entrada de agua a los intercambiadores de calor para que se lleve a cabo el calentamiento de gas l.p. de forma adecuada. Dos bombas estarán en operación, el flujo será controlado a través de un variador de frecuencia, dependiendo de la demanda operativa, la tercera bomba estaría en stand by, las características de estos equipos son las siguientes:

- ❖ *Tipo centrifugas horizontales.*
 - ❖ *Carcasa, impulsor y caja de sello en hierro dúctil.*
 - ❖ *Camisa del eje en acero inoxidable 316.*
 - ❖ *Eje en acero 4140.*
 - ❖ *Sello mecánico de cartucho marca John Crane.*
 - ❖ *Acoplada a motor eléctrico marca US de 15 HP, 3600 rpm, eficiencia Premium 230-460 y plan 11 de lubricación al sello. Apto para clase 1 división 1.*
 - ❖ *Condiciones de diseño: Capacidad: 1050 LPM, cabeza: 25 m*
4. Además contará con instrumentación de protección para un control total por parte del operador.
- ❖ *Un transmisor de flujo electromagnético apto para ambiente marino y clase 1 división 1*
 - ❖ *Un interruptor de presión electromagnético apto para ambiente marino y clase 1 división 1*
 - ❖ *Un interruptor de nivel tipo flotador electromagnético apto para ambiente marino y clase 1 división 1*
 - ❖ *Once válvulas con actuador neumático tipo bola bridadas 150#, cuerpo de acero al carbón, esfera y vástago de acero inoxidable, asientos de teflón de 4", a prueba de fuego con actuador neumático simple acción y válvula solenoide NEMA 7 127 V*
 - ❖ *Cinco manómetros de tubo bourdon. Material de acero inoxidable 304 Rango de -1 a 25 bar*
 - ❖ *Diez termómetros bimetálicos de acero inoxidable 304. Rango de 0 a 80°C con termopozo de acero inoxidable 304*
5. Válvulas mecánicas.
- ❖ *Seis válvulas mariposa de 5" de diámetro, tipo wafer 150 lbs*
 - ❖ *Catorce válvulas mariposa de 4" de diámetro, tipo wafer 150 lbs*
 - ❖ *Tres filtros tipo "Y" de 5" de diámetro, bridados 125 lbs*
 - ❖ *Dos filtros tipo "Y" de 4" de diámetro, bridados 125 lbs*
 - ❖ *Tres válvulas check de 5" diámetro, bridados 150 lbs*

- ❖ Dos válvulas check de 4" de diámetro, bridados 150 lbs
- ❖ Veinte válvulas de aguja para purga y dren de diámetro de 3/8" NPT
- ❖ Cinco válvulas de aguja para los manómetros de 1/4" de diámetro.
- 6. Centros de control de motores para torre de enfriamiento, bombas para condensador recibidor y bombas para calentadores.

Se ha considerado el centro de control de control de motores con variador de frecuencia para control del ventilador de la torre de enfriamiento. El centro de control de motores de las bombas de los calentadores con variador de frecuencia para el control de flujo. Dentro de este alcance se incluyen los siguientes elementos:

- ❖ Gabinete de acero al carbón, grado de protección IP20/NEMA 12.
- ❖ Un interruptor termo magnético en caja moldeada, 3 polos, 480 Volts CA
- ❖ Fusibles de protección de potencia del variador de frecuencia.
- ❖ Variador de frecuencia para motor de torre de enfriamiento y motores de calentadores, cada uno con su respectivo gabinete tipo IP20, tipo abierto, uso interior.
- ❖ Arreglo A.T.P.N.R. para bombas de condensador recibidor.
- ❖ Transformador de control, tipo seco, relación de transformador 480:110 CA, potencia: 1000 VA (Control del CCM y caja de control)
- ❖ Interruptor termo magnético tipo pastilla para protección del transformador de control, clemas de control, identificadores de cable, bloque de distribución para cableado de control, protecciones para contactos accidentales.

Tabla 1. Características de equipos principales y auxiliares del proyecto.

Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización																				
Patín de recibo y medición. PM-101	Dotado de un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción.	Sensores de presión y temperatura.	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buena mantenimiento preventivo.	Área de recibo y medición de gas l.p.																				
	Diámetro de entrada y salida: 6" D.N. (152 mm) Capacidad: 40Ton/hr	Una válvula check de 6" tipo columpio marca Walworth de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese a al másico y esto provoque una medición errónea. Aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02.	Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 10 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.																					
Compresor recíprocante P8K (C-101A, C-101B)	Mca. Mycom. No. de cilindros: 8 Separador de aceite (D-101A/D-101B) Cantidad de aceite: 12 L, 1750 RPM Desplazamiento volumétrico: 310 m³/h, Potencia del motor: 75 HP Dimensiones (mm) Longitud x ancho x altura: 1800 x 1020 x 1900. Peso: 1300 kg	Válvulas de seguridad para succión y descarga y válvulas solenoides para control de capacidad (SV-101, SV-102, SV-103)	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buena mantenimiento preventivo.	Este equipo conforma el sistema de Re-licuado																				
Condensador recibidor (E-101A/E-101B)	Intercambiador de calor tipo BMX Código de diseño y fabricación: ASME Secc. VIII Div. 1 Ed. 2015 Tema Clase C.No. de tubos. 275 <table><tr><td></td><td>Coraza</td><td>Tubos</td></tr><tr><td>No. de pasos</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>Presión de operación kg/cm² (man)</td><td>12.9</td><td>2.5</td></tr><tr><td>Presión de diseño kg/cm² (man)</td><td>20</td><td>5</td></tr><tr><td>Temperatura de diseño °C</td><td>120</td><td>50</td></tr><tr><td>Temperatura de entrada °C</td><td>69.8</td><td>34</td></tr><tr><td>Temperatura de salida °C</td><td>39.8</td><td>36.9</td></tr></table>		Coraza		Tubos	No. de pasos	1	4	Presión de operación kg/cm² (man)	12.9	2.5	Presión de diseño kg/cm² (man)	20	5	Temperatura de diseño °C	120	50	Temperatura de entrada °C	69.8	34	Temperatura de salida °C	39.8	36.9	En su parte superior contará con una válvula de purga de gases inertes (PV101, además contará con: Transmisor de nivel (2), mirilla de nivel (3), transmisor de presión (1) y termómetro bimetálico (2).
	Coraza	Tubos																						
No. de pasos	1	4																						
Presión de operación kg/cm² (man)	12.9	2.5																						
Presión de diseño kg/cm² (man)	20	5																						
Temperatura de diseño °C	120	50																						
Temperatura de entrada °C	69.8	34																						
Temperatura de salida °C	39.8	36.9																						

Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Filtros de aceite (F-101A/F-102A/ F101B/F-102B)	De 200 mesh	---	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buena mantenimiento preventivo.	Este equipo conforma el sistema de Re-licuado
Válvula de control de nivel (LV-101A), (LV-101B)	Válvula de control de nivel Mod. AGV-M010 25 mm. Neumática con aire a 3.9 bar APDE y a prueba de llamas. Presión de diseño: 20 kg/cm ² Temperatura de diseño: -15 °C Flujos máxicos: 1600/1018.4/1260.6 kg/h Presión 1: 14.98/7.25/14.98 kg/cm ² Presión 2: 3.59/3.59/3.59 kg/cm ²	Indicador de nivel Válvula de expansión manual, como medida de seguridad en la operación.	Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 10 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	
Transmisor de presión manométrica (PT-101A, PT-101B, PT-102A,PT-102B)	Modelo: GTX60G-BAAADCB-AF6AXA!-A2R1T1T2W1 Especificación: 0.175 – 35 kg/cm ²	No incendiario		
Transmisor de presión diferencial. (LT-101A , LT-101B)	Modelo: GTX35R-BAAA2DADA02-AF6AXA5-A2R1T1T2W1 Especificación: 250 – 10160 mmH2O 40 mm	A prueba de explosión, intrínsecamente seguro y no incendiario		
Bombas para gas l.p. (B-101A, B-101B, B-101C)	Equipo de desplazamiento positivo Mca. Blackmer Modelo: LGDL4 Motor: 20 H.P. Capacidad 833 L.P.M. Presión diferencial: 100 psi Considerando un 80% de eficiencia con el gas propano se tendría un flujo de 666.4 LPM	Válvula By-pass marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 LPM Calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm ²		Área de bombas e intercambiadores de calor

Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Calentadores (EA-102A, EA-102B, EA-102C)	Intercambiadores de calor de casco y tubos tipo contraflujo. Tipo BEM. Código de diseño y fabricación: ASME Secc. VIII Div. 1 Ed. 2015 Tema Clase C. No. de tubos: 120	No disponible	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buena mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 10 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Área de bombas e intercambiadores de calor
	Coraza Tubos			
	No. de pasos 1 4			
	Presión de operación 12.3 3			
	kg/cm ² (man)			
	Presión de diseño 20 5			
	kg/cm ² (man)			
	Temperatura de diseño °C -20 50			
Temperatura de entrada °C -15 30				
Temperatura de salida °C 8 13				
Torre de enfriamiento. (TN-101AB)	Torre de enfriamiento Mod. VTO-65-J Tipo abierta, fabricada totalmente en acero inoxidable 304 y cuenta con:	Contará con instrumentación de protección para un control total por parte del operador.	Según proveedor	A un costado del cuarto de máquinas del sistema contra incendio.
	Un ventilador estándar, cuyo motor es de 10 HP, tipo <i>inverter duty</i> , <i>eficiencia Premium</i> , 460 V, 3f, 60 Hz. <i>Apto para clase 1 división 1</i> .	Un transmisor de flujo electromagnético apto para ambiente marino y clase 1 división 1		
	<i>Condiciones de diseño: Capacidad 200 kW, flujo: 700 LPM, Tbh: 28°C</i>	Un interruptor de presión electromagnético apto para ambiente marino y clase 1 división 1		
	Contará con:	Un interruptor de nivel tipo flotador electromagnético apto para ambiente marino y clase 1 división 1		
	Seis válvulas mariposa de 5" de diámetro, tipo wafer 150 lbs	Once válvulas con actuador neumático tipo bola bridadas 150#, cuerpo de acero al carbón, esfera y vástago de acero inoxidable, asientos de teflón de 4", a prueba de fuego con actuador neumático simple acción y válvula solenoide NEMA 7 127 V		
	Catorce válvulas mariposa de 4" de diámetro, tipo wafer 150 lbs	Cinco manómetros de tubo bourdon. Material de acero inoxidable 304 Rango de -1 a 25 bar		
	Tres filtros tipo "Y" de 5" de diámetro, bridados 125 lbs	Diez termómetros bimetálicos de acero inoxidable 304. Rango de 0 a 80°C con		
	Dos filtros tipo "Y" de 4" de diámetro, bridados 125 lbs			
	Tres válvulas check de 5" diámetro, bridados 150 lbs			
	Dos válvulas check de 4" de diámetro, bridados 150 lbs			
Veinte válvulas de aguja para purga y dren de diámetro de 3/8" NPT				
Cinco válvulas de aguja para los manómetros de 1/4" de diámetro.				

		termopozo de acero inoxidable 304		
D I E S G A S , S . A . D E C . V .				
Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Bomba de agua (C/R) para Condensador-Recibidor (B-101A, B-101B)	Marca Goulds, serie 3196. Tipo centrifugas horizontales. Carcasa, impulsor y caja de sello en hierro ductil. Camisa del eje en acero inoxidable 316. Eje en acero 4140 Sello mecánico de cartucho marca John Crane. Acoplada a motor eléctrico marca US de 10 HP, 3600 RPM, eficiencia Premium 230-460 V, 3f, 60 Hz, mediante cople espaciador Rexnord WES04, incluye guardacople tipo Osha y plan 11 de lubricación al sello. Condiciones de diseño: Capacidad: 700 LPM, cabeza: 30 m.	Apto para clase 1 división 1	Según proveedor	A un costado del cuarto de máquinas del sistema contra incendio.
Bomba de agua (A/H) para Calentador (B-102A, B-102B, B-102C)	Marca Goulds, serie 3196. Tipo centrifugas horizontales. Carcasa, impulsor y caja de sello en hierro dúctil. Camisa del eje en acero inoxidable 316. Eje en acero 4140. Sello mecánico de cartucho marca John Crane. Acoplada a motor eléctrico marca US de 15 HP, 3600 rpm, eficiencia Premium 230-460 y plan 11 de	Apto para clase 1 división 1.	Según proveedor	Cuarto de máquinas del sistema contra incendio.

	<i>lubricación al sello.</i> <i>Condiciones de diseño: Capacidad: 1050 LPM,</i> <i>cabeza: 25 m</i>			

Instrumentación del sistema de suministro de agua a intercambiadores de calor:

Instrumento	Marca	Características	Aplicación
Transmisor de flujo (1)	Azbil, Endrees & Hauser, o equivalente.	Electromagnético. Apto para ambiente marino y Clase 1 División 1.	Envía una señal del flujo que pasa a través de él, para poder controlar la capacidad de las bombas de los calentadores con relación a la demanda operativa.
Interruptor de presión (1)	UE 120 series o equivalente.	Electromecánico. Apto para ambiente marino y Clase 1 División 1.	Este dispositivo es para la operación de las bombas de los condensadores en caso de baja presión para la protección de las bombas.
Interruptor de nivel (1)	Wika o equivalente.	Flotador electromecánico. Apto para ambiente marino y Clase 1 División 1.	Este dispositivo está pensado para la cisterna, cuenta con 4 señales, una señal por muy alto nivel para cerrar la válvula de suministro de agua de la cisterna, una señal por bajo nivel para mandar una alarma, y una señal por muy bajo nivel para parar la operación de las bombas.
Válvulas con actuador neumático (11)	Worchester Modelo C-140R o equivalente	Tipo de bola bridadas 150 #, cuerpo de acero al carbón, esfera y vástago de acero inoxidable, asientos de teflón de 4", a prueba de fuego, con actuador neumático simple acción, y válvula solenoide NEMA 7 127 V.	Estas válvulas están ubicadas en puntos estratégicos para abrir o cerrar en relación con el requerimiento operativo.
Manómetros (5)	Wika o equivalente	Tubo bourdon. Material de acero inoxidable 304. Rango de 1 a 25 bar.	Para la medición de la presión a la salida de las bombas.
Termómetros (10)	Wika o equivalente	Bimetálicos. Material de acero inoxidable 304. Rango de 0 a 80 °C. con termopozo de acero inoxidable 304.	Para la medición de la temperatura a la entrada y salida de agua en los cinco intercambiadores de calor.

Válvulas mecánicas consideradas para el sistema de suministro de agua a intercambiadores de calor:

Elemento	Marca		Características	Aplicación
Válvula de mariposa (6)	Keystone o equivalente.		Diámetro de 5". Tipo wafer 150 lbs.	Entrada y salida de las bombas de los calentadores.
Válvula mariposa (14)	Keystone o equivalente		Diámetro de 4". Tipo wafer 150 lbs.	Entrada y salida de las bombas de los condensadores. Entrada y salida de agua a los 5 intercambiadores de calor.
Filtros tipo "Y" (3)	Mod. CIF o equivalente		Diámetro de 5". Bridados 125 lbs.	Entrada de bombas de calentadores.
Filtros tipo "Y" (2)	Mod. CIF o equivalente		Diámetro de 4". Bridados 125 lbs	Entrada de bombas de condensadores.
Válvulas Check (3)	Keystone o equivalente.		Diámetro de 5". Bridados 150 lbs.	Salida de bombas de calentadores.
Válvulas Check (2)	Keystone o equivalente.		Diámetro de 4". Bridados 150 lbs.	Salida de bombas de condensadores.
Válvulas de aguja (20)	Parker o equivalente		Diámetro de 3/8" NPT	Para purga y drenado.
Válvulas de aguja (5)	Parker o equivalente		Diámetro de 1/4" NPT	Para los manómetros.

D I E S G A S , S . A . D E C . V .				
Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Detectores de mezclas explosivas (DME-101A, 101B, 101C)	MSA Ultima IR Precisión: < 50% de LEL - +2 > 50% de LEL - + 5 %	---	Según proveedor.	Bombas-Calentadores Sistema de re-licuado Patín de recepción
Detectores de fuego (DF-101A, 101B, 101C)	MSA Flame gard UV/IR 805402 100,000 h de trabajo mínimas calculadas	---		Bombas-Calentadores Sistema de re-licuado Patín de recepción
Bomba eléctrica jockey (BA-3)	5.0 HP Gasto 1060 L.P.M. 3600 R.P.M	Las bombas se encuentran instalados dentro del cuarto de equipo contra incendio y se encuentran conectadas a tierra y cuentan con: - Guardas de protección. - Purga. - Manómetro. - En el área se cuenta con un extintor de CO ₂	El equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buena mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Este equipo se encuentra ubicado en el cuarto de máquinas del sistema contra incendio.
Bomba eléctrica (BA-1A)	200 HP Gasto 11 355 L.P.M. 1775 R.P.M			
Bomba eléctrica (Recuperación) (BA-1A)	5.0 HP Gasto 1060 L.P.M. 3600 R.P.M			
Bomba de combustión interna (BA-2)	600 HP Gasto 11 355 L.P.M. 1775 R.P.M			
Subestación eléctrica.	Con transformador tipo pedestal 2000 KVA Tipo de conexión Delta-estrella aterrizada Impedancia del transformador: 2.84% Relación de transformación 34 500- 440/254 Volts	No disponible	Según proveedor.	Al sur del recipiente esférico
Planta de emergencia.	300 KVA, 440 volts en baja tensión.	Protegida por un transfer switch		

I.2.4. Pruebas de verificación.

Pruebas pre-operativas, operativas y de desempeño.

Una vez concluida la fase de construcción de un sistema nuevo, se deben realizar pruebas pre-operativas, operativas y de desempeño a todo el sistema de almacenamiento. Cuando proceda una modificación técnica, se deberán realizar las pruebas correspondientes únicamente a lo concerniente a dichas modificaciones. El Permisario deberá guardar los resultados, gráficas y registros de dichas pruebas, las acciones derivadas de las mismas y la bitácora de esas actividades, y proporcionarlas a la CRE y a la Unidad de Verificación cuando le sean requeridas.

- *Pruebas pre-operativas.*

El permisionario debe establecer procedimientos para realizar pruebas pre-operativas del sistema de almacenamiento, mismas que consisten en pruebas de tipo estático. Los procedimientos deben basarse en las especificaciones de los fabricantes de equipos, materiales y tuberías, que deben considerar lo siguiente:

- a) Los componentes, las etapas y la secuencia en que se deben realizar las pruebas;
 - b) Los controles y válvulas mediante los cuales se aislarán los componentes de los diferentes sistemas que integran el sistema de almacenamiento para realizar las pruebas individuales requeridas, las pruebas de los sistemas y las pruebas del sistema de almacenamiento completo.
 - c) Las variables que se deben medir durante las pruebas y los resultados que deben obtener para ser aprobadas.
 - d) Las actividades, responsabilidad y capacitación del personal asignado a la realización de las pruebas pre-operativas.
 - e) Los ajustes de los dispositivos de relevo de presión o vacío, o la presión de operación máxima o mínima de cada componente.
 - f) Los sistemas de seguridad del sistema de almacenamiento.
- Pruebas en recipientes, tuberías y accesorios del sistema de almacenamiento.
 - Antes del arranque inicial del sistema de almacenamiento deben realizarse las pruebas hidrostática o neumática del sistema.
 - El recipiente a presión esférico deberá probarse hidrostáticamente conforme con lo establecido en la NOM-009-SESH-2011 o en aquella que la sustituya.
 - La tubería y accesorios del sistema de almacenamiento deben probarse hidrostáticamente a 1.5 veces o neumáticamente a 1.1 veces la máxima presión de diseño.

Una vez realizadas las pruebas al tanque esférico se deberá tener en cuenta las siguientes indicaciones para la puesta en servicio de este elemento:

El Permisario no debe poner en operación ningún componente del sistema de almacenamiento de gas l.p. o cargarlo con gas l.p. hasta en tanto se hayan subsanado todas las no conformidades y observaciones establecidas en el acta o actas circunstanciadas elaboradas por la UV que pudieran comprometer la seguridad del sistema de almacenamiento.

El procedimiento para la puesta en servicio del recipiente esférico debe realizarse aplicando alguno de los procedimientos que se describen a continuación:

1. Se purga el aire aplicando alguno de los procedimientos descritos en los puntos 2 al 4 siguientes, y se inyecta vapor de gas l.p. al tanque para aumentar la presión interior antes de llenarlo con gas l.p. líquido para evitar que este se vaporice a baja presión y enfríe el material del recipiente y la tubería a una temperatura baja que podría hacerlo frágil y quebradizo. El procedimiento debe considerar lo siguiente:
 - a) La temperatura mínima permisible, la cual debe ser utilizada para determinar la presión mínima en el recipiente, de acuerdo con lo establecido en las normas aplicables.
 - b) El venteo de gases y vapores no condensables puede ser a la atmósfera o aun sistema de purgado.
 - c) La revisión de la instalación para detectar fugas durante la presurización y llenado iniciales.
 - d) La revisión de los instrumentos y componentes de las tuberías que funcionen de manera adecuada.
 - e) La aplicación de una lista de verificación de los requisitos de seguridad previa al inicio de la operación de llenado del tanque.
2. El recipiente se llena con agua para desalojar el aire. Este procedimiento es preferido cuando estos son sometidos a pruebas hidrostáticas.
 - a) Posteriormente se desaloja el agua con vapor de gas l.p. procedente de otro tanque a presión.
 - b) La tasa de inyección de vapor de gas l.p. debe ser suficiente para mantener en todo momento una presión positiva en el recipiente.
 - c) La presión debe medirse en la parte superior del recipiente.
 - d) No se debe introducir gas l.p. líquido al recipiente antes de haberlo presurizado con vapor de gas l.p. y de haber drenado por completo el agua.
3. Para purgar el aire, el recipiente se llena con gas inerte, por ejemplo, nitrógeno.
 - a) Posteriormente el recipiente se presuriza con vapor de gas l.p. procedente de otro tanque.
 - b) Cuando se introduzca el gas l.p. líquido se debe monitorear la presión del recipiente a efecto de ventear la mezcla de vapor de gas l.p. o el gas inerte no condensable, según sea el caso, para evitar que opere su válvula de relevo de presión.
4. Para purgar el aire, el recipiente se llena con vapor de gas l.p. procedente de otro tanque a presión, para llevar la atmósfera en su interior rápidamente a través del rango inflamable y exceder el límite superior de inflamabilidad.
 - a) Este procedimiento es seguro porque no hay fuentes de ignición dentro del tanque de gas l.p.
 - b) Cuando se introduzca el gas l.p. líquido se debe monitorear la presión del recipiente a efecto de ventear la mezcla de vapor de gas l.p. y aire de

- manera segura según se requiera para evitar que opere la válvula de relevo de presión del tanque de GLP.
- c) Si las disposiciones legales aplicables lo permiten, es preferible ventear a la atmósfera la mezcla de vapor de gas l.p. y aire.
 - d) Si la mezcla de vapor de gas l.p. y aire debe ventearse hacia un quemador elevado o a un sistema de incineración, dicha mezcla no debe estar en el rango de inflamabilidad.
5. El gas l.p. líquido se inyecta directamente al interior de un recipiente lleno con aire, siempre y cuando se considere la temperatura de vaporización del gas l.p. líquido, ya que este inicialmente se vaporiza en el fondo del recipiente a la presión que prevalece en su interior. Se deben considerar los aspectos siguientes:
- a) El metal del recipiente debe resistir la temperatura mínima para la presión en el tanque.
 - b) La estructura en la parte inferior del tanque debe resistir los esfuerzos excesivos debidos a la contracción térmica diferencial.
6. Se puede aplicar el procedimiento para llenado con gas l.p. líquido siguiente:
- a) Se introducen cantidades pequeñas de gas l.p. líquido al recipiente, intercaladas con periodos de espera para permitir que se estabilice la temperatura.
 - b) Se monitorea la presión en el recipiente y la temperatura de la parte inferior para asegurar que se cumpla con los límites especificados.
 - c) La atmósfera en el recipiente pasará a través del rango inflamable y se convertirá en demasiado rica para quemarse. Se debe monitorear su presión durante el llenado y ventear la mezcla rica de vapor de gas l.p. y el aire de manera segura, según se requiera, para evitar que opere su válvula de relevo de presión.

Para los intercambiadores de calor se consideran las siguientes pruebas:

- Inspección dimensional.
 - Inspección visual (I.V.): Interna y externa conforme a lo indicado en el ASME Secc. V Art. 9, Secc. VIII. Div. 1 Ed. 2015
 - Radiografiado (R.T.): Al 100% en cuerpo, tapas y boquillas en juntas a tope.
 - Líquidos penetrantes a soldaduras de filete sujetas a presión.
 - Prueba hidrostática de acuerdo con código ASME, Sección VIII. Div. 1 UG-99 (b)
 - Prueba neumática en todas las placas de refuerzo antes de la prueba hidrostática y se usará una presión de aire de 1.05 kg/cm² (man)
 - Prueba ultrasónica para mediación de espesores
- *Pruebas operativas y arranque inicial.*

El Permisionario debe contar con procedimientos aplicable al arranque inicial del sistema de almacenamiento o de cualquier componente, los cuales deben contener como mínimo lo siguiente:

- a) Descripción de cada sistema o componente para el cual está hecho, incluyendo la filosofía de control y condiciones de diseño.
- b) Secuencia lógica detallada de dicho proceso para garantizar que los componentes operen satisfactoriamente.
- c) Secuencia lógica para vaciar y sacar de servicio, llenar y poner nuevamente en servicio componentes y sistemas.
- d) Descripción del purgado e inertizado de sistemas y tuberías para la operación inicial que contengan fluidos peligrosos.
- e) Secuencia de enfriamiento de los componentes de cada sistema que está sujeto a temperaturas criogénicas. El enfriamiento debe estar controlado para asegurar que los esfuerzos térmicos se mantengan dentro de los límites de diseño de los materiales con atención especial al desempeño de los lazos de expansión y libre movimiento del mecanismo deslizante.
- f) Descripción para evaluar temperaturas criogénicas, en su caso, durante y después de la estabilización del enfriamiento para detectar fugas en bridas, válvulas y sellos.
- g) Listado de soluciones a problemas típicos de la operación.
- h) Secuencia lógica para vaciar y sacar de servicio, llenar y poner nuevamente en servicio componentes y sistemas.
- i) Descripción de trasiego de gas l.p. y fluidos peligrosos incluyendo cómo prevenir el llenado excesivo del recipiente.
- j) Descripción de las obligaciones de la persona asignada a la operación de cada subsistema o instalación.

El Permisionario debe considerar que durante el arranque inicial se pueden presentar desviaciones en los parámetros previstos en los procedimientos escritos, por lo que será necesario hacer ajustes y cambios en dichos procedimientos. Por ello:

- a) Debe designar un grupo responsable de aprobar los ajustes y cambios en los procedimientos que sean necesarios.
- b) Cualquier ajuste o cambio de cualquier parámetro debe ser analizado y aprobado por este grupo responsable.

○ *Pruebas de desempeño.*

El Permisionario debe establecer procedimientos para la ejecución de pruebas de desempeño para evaluar el cumplimiento de las especificaciones de diseño del sistema de almacenamiento. En dichos procedimientos se deben establecer los parámetros y aspectos operativos siguientes:

- a) Flujo nominal de recepción de gas l.p.
- b) Flujo nominal de entrega de gas l.p.
- c) Operación a capacidad nominal del sistema de bombeo.
- d) Flujo nominal del sistema de agua contra incendios.
- e) Operación del sistema de paro de emergencia.
- f) Operación del sistema de alarmas.
- g) Consumo de energía eléctrica.

El Permisionario debe establecer un programa de verificación de las pruebas de desempeño que considere al menos, lo siguiente:

- a) Atestiguamiento por parte de la Unidad de Verificación de las pruebas de desempeño.
- b) Reporte del resultado de las pruebas correspondientes realizadas.

Control de la corrosión.

Con relación al control de la corrosión de las instalaciones y componentes, se debe considerar lo siguiente:

- a) Las instalaciones superficiales que estén expuestas a la atmósfera se deben limpiar y proteger con recubrimientos de materia adecuado para prevenir la corrosión. Además de debe contar con un programa para monitorear la corrosión exterior y llevar a cabo reparaciones donde sea necesario.
- b) Cada elemento del sistema de almacenamiento que presente corrosión que pueda provocar fugas se debe reemplazar o reparar de forma inmediata.
- c) Si se realiza una reparación, se debe determinar si dicho elemento debe continuar en servicio empleando un método analítico, por pruebas de presión o por un método alternativo.
- d) El sistema de protección catódica se debe verificar su adecuado funcionamiento por medio de las mediciones de potenciales metal/suelo empleando una celda o electrodo de referencia, y conservar el registro de dichas mediciones.

Procedimiento para la evaluación de conformidad (PEC)

El Permisionario debe obtener por cada etapa en la que se encuentre el sistema de almacenamiento el Dictamen correspondiente, emitido por un UV, mediante el cual se acredite el grado de cumplimiento del sistema de almacenamiento de gas l.p. con la NOM-015-SESH-2013, es decir:

- a) El Dictamén Técnico del Proyecto que incluye la verificación de la Ingeniería Básica, en lo correspondiente a los requerimientos de ingeniería indicados en los capítulos 2 o 3 o 4 de la mencionada Norma.
- b) El Dictamén Técnico de Inicio de Operaciones que incluye la verificación de la Ingeniería de Detalle, la etapa de construcción, pruebas de hermeticidad, pre-operativas, operativas y de desempeño en lo correspondiente a los requerimientos indicados en la mencionada Norma.
- c) El Dictamen Anual de Operación, mantenimiento y Seguridad, que incluye la verificación de las disposiciones establecidas en los capítulos 5,6,7 y 8 de la mencionada Norma.
- d) El Dictamen de Desmantelamiento Total, y de Retiro de Uso y Operación del sistema de almacenamiento, en lo correspondiente a los requerimientos indicados en la mencionada Norma.

Para que la UV pueda emitir el Dictamen correspondiente deberá llevar a cabo una verificación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o documentales para evaluar la conformidad con la NOM-015-SECRE-2013.

Para llevar a cabo dicha verificación la UV y el Permisionario definirán un Programa de Verificación, en donde se muestren las actividades y periodos en que se efectuara la verificación. Dicho programa debe establecer el alcance, el cual deberá incluir el cumplimiento de los requisitos establecidos en la mencionada Norma mediante verificación documental e inspección en campo y pruebas que, en su caso, se realizarán.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

El gas l.p. compuesto principalmente por propano y butano es un gas a temperatura ambiente y presión atmosférica. No obstante, para hacer posible su transporte y almacenamiento como un líquido, este se licua, sometiéndolo a presiones moderadas o mediante refrigeración.

En el caso particular del presente proyecto, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, una vez que la presión de operación en el recipiente esférico será de entre 2 – 2.5 kg/cm².

El proceso operativo de la Planta de Suministro de Gas L.P. inicia con la transferencia de gas l.p. líquido desde un buque tanque hacia el recipiente esférico de almacenamiento y de este a tanques horizontales de almacenamiento para su posterior entrega y distribución, por lo que únicamente se realizan operaciones de **trasiego** en donde no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias, puesto que el gas licuado de petróleo sólo pasa de un recipiente a otro sin alterar su composición o modificar las propiedades de éste.

El trasiego de gas l.p. líquido desde el barco al recipiente esférico se llevará a cabo por medio de tuberías conectadas entre ellos; durante este proceso, el gas l.p. líquido desplaza al gas l.p. gas que se encuentra en la esfera, esto se ve reflejado en el incremento de la presión de operación de la esfera.

Asimismo, la presión de operación también se ve afectada por las condiciones ambientales, ya sea durante el llenado de la esfera, durante el movimiento de propano líquido de la esfera a los tanques estacionarios, o bien, durante ambas situaciones ocurriendo a la vez, lo que puede llegar a provocar evaporación instantánea, conocida como flash-gas, por lo que se ha proyectado un sistema de condensación (re-licuado)

Por lo que básicamente, el trasiego del gas l.p involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión en función de la temperatura en el proceso.

Según la curva de saturación presión - temperatura, a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor ver (Figura I.3.1.).

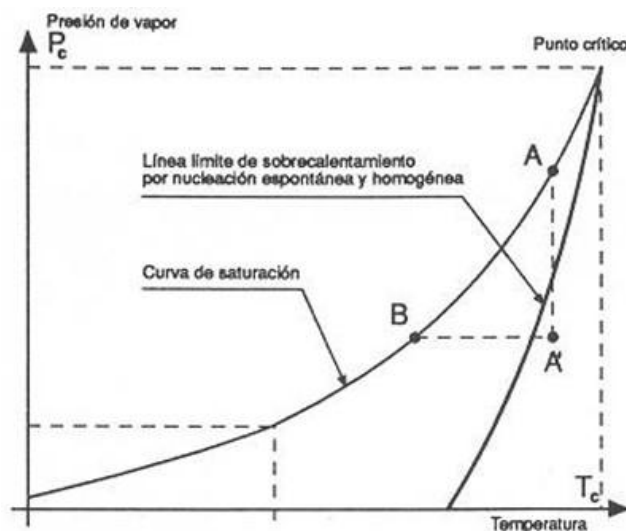


Figura I.3.1. Curva de saturación Presión-Temperatura

A continuación se indican las condiciones de operación de las corrientes involucradas en el sistema. Para mayor detalle podrá consultar [Diagrama de Flujo CC-152](#).

Sistema de condensación de GLP						
	1	2	3	4	5	6
Fluido	GLP	GLP	GLP	GLP	GLP	GLP
Presión (kg/cm ² G)	1.94/2.48	1.89/2.43	13.1	1.94/2.48	1.94	1.94
Temperatura (°C)	-10/-15	-5/-10	39.8	-10/-15	-15	-15
Flujo másico (kg/hr)	484/1260	484/1260	484/1260	484/1260	-	-
Flujo volumétrico (m ³ /hr)	76/169	76/169	1.0/2.7	28/59	2400 (L/min)	800 (L/min)
Fracción de vapor	1.0	1.0	0.0	0.35	0.0	0.0

Sistema de condensación de GLP							
	7	8	9	10	11	12	13
Fluido	GLP	GLP	GLP	AGUA	AGUA	AGUA	AGUA
Presión (kg/cm ² G)	12.3	12.0	6-0.5	3.0	2.7	2.5	2.0
Temperatura (°C)	-15	8.0	15.0	34.0 (30.0)	13.0	13.0 (34.0)	15.9 (36.9)
Flujo másico (kg/hr)	-	-	870-40	-	-	-	-
Flujo volumétrico (m ³ /hr)	800 (L/min)	2400 (L/min)	60-15 m ³ /hr	350	350	700- 1050	700-1050
Fracción de vapor	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

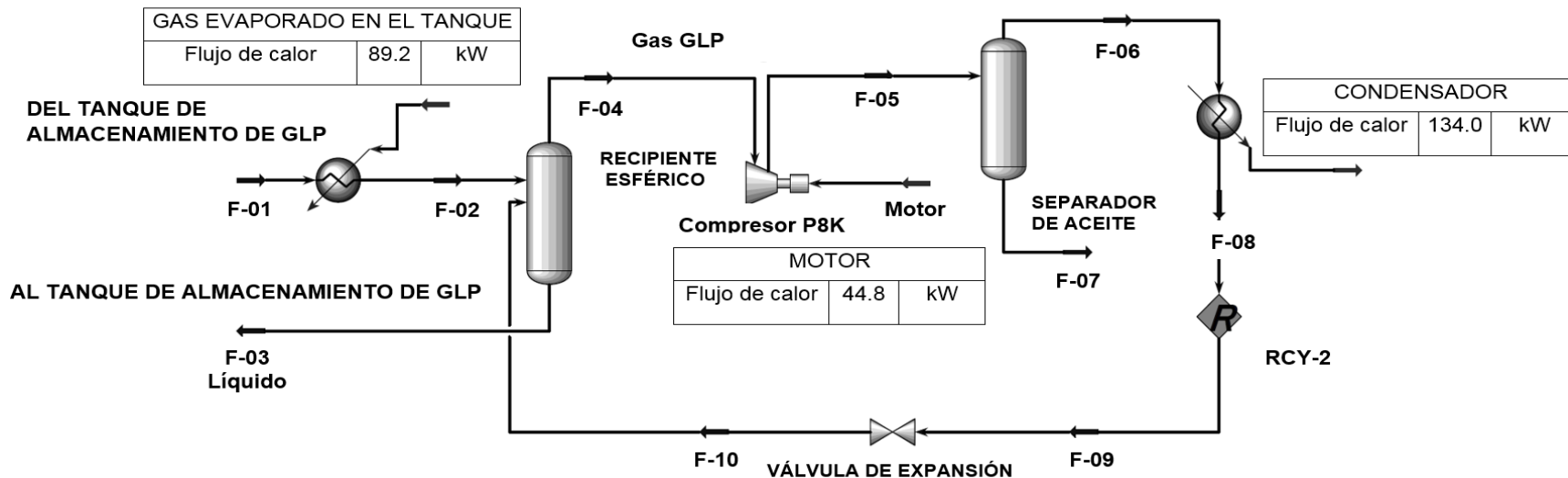
Condensador-Recibidor				
	1	2	3	4
Fluido	GLP	GLP	Agua	Agua
Estado	Gas	Líquido	Líquido	Líquido
Flujo	66.4	3.5	42	42
Temperatura	69.8 °C	39.8 °C	20-30 °C	23-33 °C
Kg/cm²	13.1	13.1	2.5	2.0

Condensador-Recibidor				
	5	6	7	8
Fluido	GLP	GLP	Agua	Agua
Estado	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Flujo	48	48	42	42
Temperatura	-10 °C	8 °C	30-34 °C	23.6-27.6 °C
Kg/cm²	12.3	12.0	2.5	2.0

Balance de materia.

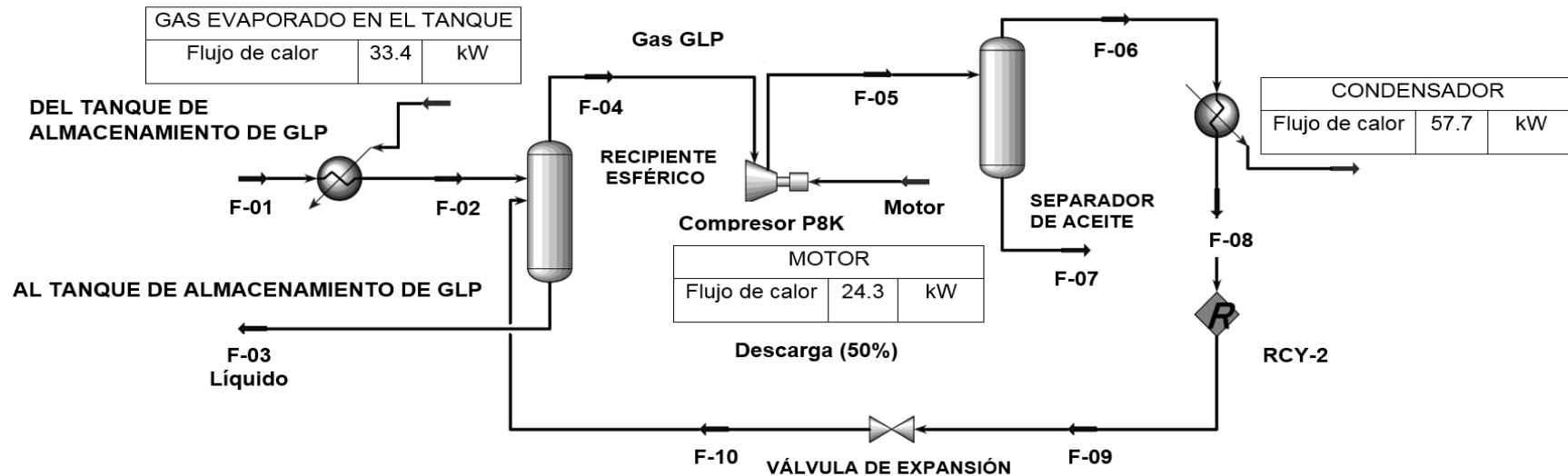
Un balance de materia se basa en los principios de conservación de la materia y la energía, asimismo sirve para determinar los flujos de las diversas corrientes con sus respectivas composiciones y temperaturas, brinda información detallada sobre el funcionamiento de los equipos dentro del proceso, incluso las propiedades de las corrientes involucradas.

CONDICIONES DE OPERACIÓN DURANTE EL ENVÍO DE GLP (CONDICIÓN MÁXIMA)



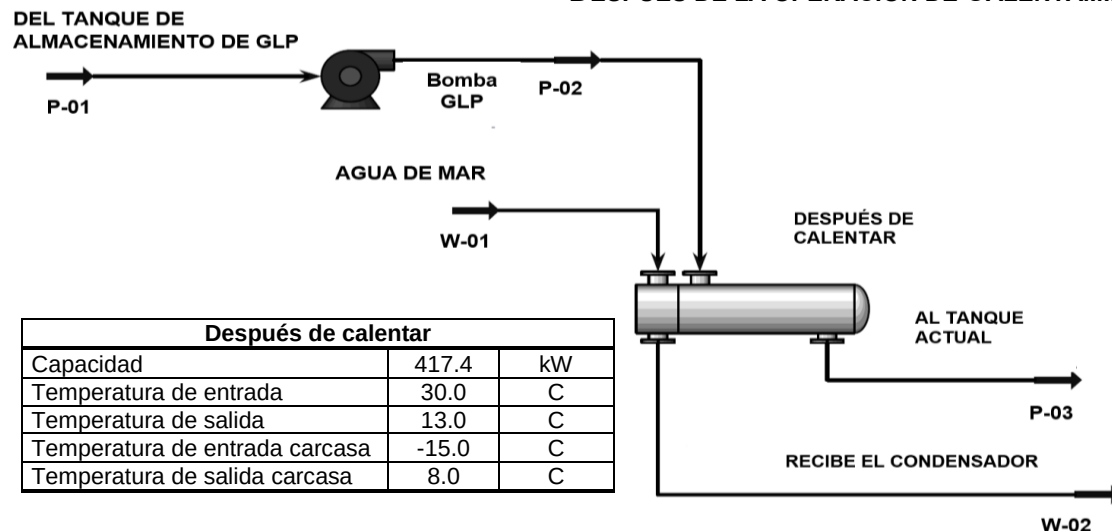
Descripción de la composición de las corrientes de material.											
Propiedad	Unidades	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10
Fracción de vapor		0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.347
Peso molecular		44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10
Cp/Cv		1.08	1.18	1.08	1.18	1.21	1.20	1.10	1.06	1.06	1.04
Factor Z		0.013	0.916	0.013	0.917	0.823	0.841	0.054	0.049	0.049	VACÍO
Presión	kg/cm ² _g	2.48	2.48	2.48	2.43	13.11	12.90	13.11	12.90	12.90	2.48
Temperatura	°C	-10.0	-10.0	-10.0	-10.1	75.7	75.4	75.7	39.8	39.8	-10.0
Flujo másico	kg/h	823.2	823.2	823.2	1260.6	1260.6	1260.6	0.0	1260.6	1260.6	1260.6
Flujo volumétrico	m ³ /h	1.5	108.6	1.5	168.9	50.1	51.0	0.0	2.7	2.7	59.2
Flujo molar	Nm ³ /h (gas)	418.4	418.4	418.4	640.7	640.7	640.7	0.0	640.7	640.7	640.7

OPERACIÓN DE GLP (CONDICIÓN NORMAL)



Descripción de la composición de las corrientes de material.											
Propiedad	Unidades	F-01	F-02	F-03	F-04	F-05	F-06	F-07	F-08	F-09	F-10
Fracción de vapor		0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.372
Peso molecular		44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10
Cp/Cv		1.09	1.18	1.09	1.18	1.17	1.17	1.17	1.06	1.06	1.05
Factor Z		0.011	0.926	0.011	0.927	0.869	0.871	0.869	0.049	0.049	VACÍO
Presión	kg/cm ² _g	1.94	1.94	1.94	1.18	13.11	12.90	13.11	12.90	12.90	1.94
Temperatura	°C	-15.0	-15.0	-15.0	-15.1	97.7	97.5	97.7	39.8	39.8	-15.0
Flujo másico	kg/h	303.6	303.6	303.6	483.6	483.6	483.6	0.0	483.6	483.6	483.6
Flujo volumétrico	m ³ /h	0.6	47.0	0.6	76.3	21.2	21.5	0.0	1.0	1.0	28.4
Flujo molar	Nm ³ /h (gas)	154.3	154.3	154.3	245.8	245.8	245.8	0.0	245.8	245.8	245.8

DESPUÉS DE LA OPERACIÓN DE CALENTAMIENTO.



Condiciones de diseño

1. Capacidad de la bomba: 800 L/min.
2. Temperatura de entrada: -15.0 °C.
3. Temperatura de salida: 8 °C.
4. Temperatura de entrada del agua de mar: 30 °C.
5. Temperatura de salida del agua de mar: 13 °C.

Capacidad de la bomba para el agua de mar: 350 L/min (21.0 m³/hr) x 3PCS.

*1: Operación normal: 350 L/min x 2PCS

*2: Las tres bombas funcionan durante el bombeo de GLP.

Descripción de la composición de las corrientes de material.						
Propiedad	Unidades	P-01	P-02	P-03	W-01	W-02
Fracción de vapor		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Peso molecular		44.10	44.10	44.10	18.02	18.02
Presión	kg/cm ² _g	1.94	12.3	12.0	3.0	2.69
Temperatura	°C	-15.0	-15.0	8.00	30.0	13.0
Flujo másico	kg/h	26329	26329	26329	20483	20483
Flujo volumétrico	L/min	800.0	797.6	485.0	340.1	335.9
Flujo molar	Nm ³ /h (gas)	13383	13383	13383	25485	25485
HC Gas		-15.00	37.94	36.95	VACÍO	VACÍO

Para mayor detalle consultar en el Anexo “Planos”:

- Plano No. CC-152. Diagrama de flujo del proceso.
- Plano No. MYK-17-1984. Diagrama de Tubería e Instrumentación del sistema de licuefacción de GLP.
- Plano No. MYK-18-XXX3. Diagrama de Tubería e Instrumentación del sistema agua.

I.3.1. Especificación del cuarto de control.

De conformidad con la NOM-015-SECRE-2013 el Sistema de Almacenamiento (Planta de Suministro) deberá contar con un Sistema de Control Distribuido (SCD) que permita una operación adecuada y supervisada mediante el empleo de equipo de cómputo y la automatización de secuencias operativas con lo que se incremente sustancialmente el nivel de seguridad.

El Sistema de Control Distribuido deberá tener las siguientes características:

- a) Funciones de mediación, de control, de automatización de tareas y de alarma.
- b) Ser congruentes con la filosofía operativa del sistema de almacenamiento.
- c) Incorporar protocolos de comunicación con la flexibilidad para aceptar el uso de diferentes marcas de fabricantes, sin que ello demerite su desempeño, en lo particular o en conjunto.
- d) Incorporar sistema redundantes en energía, supervisión, monitoreo, capacidad de respuesta y de alarma, de manera que la falla de un componente no impida el funcionamiento adecuado de las instalaciones.
- e) Incorporar sistemas de seguridad adecuados para mantener el SCD en óptimas condiciones de uso, tales como: conexión a tierra física electrónica habilitada, pastillas termo-magnéticas adecuadas, entre otros.
- f) Prever la posibilidad de crecimiento a futuro de las instalaciones, tanto en su capacidad como en las mejoras tecnológicas.
- g) Constar de sensores inteligentes para activar alarmas visibles y audibles para advertir al personal que lo atiende.

Asimismo, el Sistema de Control Distribuido deberá considerar al menos los siguientes subsistemas:

- a) Monitoreo y control. El monitoreo y control de las actividades propias del proceso de carga y descarga de producto en instalaciones de almacenamiento de hidrocarburos es factible mediante la disposición de algoritmos o secuencia de tareas que permiten la operación de las instalaciones con un alto nivel de desempeño y un adecuado control de variables como: alto o bajo nivel del producto en los tanques y recipientes, inicio de carga o descarga, monitoreo de temperaturas, presiones, entre otros parámetros, así como la toma de decisiones en base a la información recolectada.
- b) Paro de emergencia.
- c) Medición de producto (acometida)
- d) Energía eléctrica ininterrumpida.
- e) Instrumentación de campo.
- f) Protección contra incendios.

Los sistemas de monitoreo y control deben contar con lo siguiente:

- a) Tableros de control.
- b) Consolas de control.
- c) Recolección de datos.
- d) Almacenamiento de base de datos, reportes y gráficas.
- e) Cableado adecuado.

- f) Conductos de cableado por tubería y colocación adecuada en charolas.
- g) Conexión adecuada.
- h) Rutas de cableado en condiciones adecuadas de operación
- i) Instrumentación de campo.

El monitoreo de las operaciones deber ser realizado en un centro de control atendido por personal que observe y escuche las alarmas de advertencia.

Centro de control de motores (CCM) para torre de enfriamiento, bombas para condensador recibidor y bombas para calentadores.

Se ha considerado el centro de control de control de motores con variador de frecuencia para control del ventilador de la torre de enfriamiento. El centro de control de motores de las bombas de los calentadores con variador de frecuencia para el control de flujo. Dentro de este alcance se incluyen los siguientes elementos:

- ❖ Gabinete de acero al carbón, grado de protección IP20/NEMA 12.
- ❖ Un interruptor termo magnético en caja moldeada, 3 polos, 480 Volts CA
- ❖ Fusibles de protección de potencia del variador de frecuencia.
- ❖ Variador de frecuencia para motor de torre de enfriamiento y motores de calentadores, cada uno con su respectivo gabinete tipo IP20, tipo abierto, uso interior.
- ❖ Arreglo A.T.P.N.R. para bombas de condensador recibidor.
- ❖ Transformador de control, tipo seco, relación de transformador 480:110 CA, potencia: 1000 VA (Control del CCM y caja de control)
- ❖ Interruptor termo magnético tipo pastilla para protección del transformador de control, clemas de control, identificadores de cable, bloque de distribución para cableado de control, protecciones para contactos accidentales.

I.3.2. Sistemas de aislamiento.

Los Sistemas de aislamiento son de gran relevancia, y fundamentales para disminuir pérdidas económicas tanto en los equipos y tuberías de la instalación así como para proteger a los trabajadores de posibles riesgos inherentes a la *operación normal de la planta*.

En el proyecto de construcción de un “Sistema de Almacenamiento de gas l.p., mediante Planta de Suministro” que promueve la empresa “Diesgas, S.A. de C.V., se han considerado los siguientes aspectos como parte de los sistemas de aislamiento:

- *Sistema de Control Distribuido (SCD)*

Se contará con un Sistema de Control Distribuido (SCD) que permita una operación adecuada y supervisada mediante el empleo de equipo de cómputo y la automatización de secuencias operativas con lo que se incremente sustancialmente el nivel de seguridad.

Todos los sistemas de emergencia estarán conectados al SCD el cual activará las válvulas de acuerdo a la emergencia.

- *Sistema de paro de emergencia (PDE)*

De acuerdo con la NOM-015-SECRE-2013, la planta contará con un sistema de paro de emergencia, el cual será diseñado para intervenir de manera automática el flujo en líneas de proceso y para avisar de manera automática que existe algún evento ajeno al proceso y su vez permitirá actuar para restablecer el proceso a sus condiciones normales. Este sistema contará con elementos audibles y visibles para alertar al personal que esté trabajando en el área del proceso.

Para mayor detalle consultar Diagrama de Flujo (DTI) MYK-17-XXX1

- *Sistema de válvulas de corte y aislamiento.*

El sistema de descarga del buque-tanque incluirá válvulas de corte para emergencia, las cuales están diseñadas para cerrar el caudal cuando la presión supera el límite establecido en respuesta a una condición de baja o alta presión, o ambas. Asimismo, en el patín de medición se consideran válvulas de corte, las cuales se activarán de acuerdo al procedimiento de descarga.

De igual forma, para prevenir el llenado excesivo en el recipiente de almacenamiento se ha considerado un sistema de válvulas de corte y de aislamiento, dichas válvulas están destinadas a mantener confinados inventarios de material peligroso durante la ocurrencia de emergencias, y estarán equipadas con dispositivos que la cierran al recibir una señal remota de activación.

Serán controladas por el personal de operación de la planta para detener o desviar rápidamente el flujo de GLP sin causar incrementos de presión en algún otro punto del sistema de trasiego.

Por otra parte, para evitar la pérdida operativa ocasionada por una sola ruptura en la línea principal de agua del sistema contra incendio, cuando una sección averiada de dicha red se aisle para su reparación, se incluirán suficientes válvulas de aislamiento en la red de distribución contra incendio.

- *Protección catódica de la línea de recepción (Infraestructura ya existente)*

Para el cálculo de la protección catódica en la sección submarina de la línea de descarga se consideró una resistividad (resistencia específica) de 22 ohmnios (cm para el promedio de temperaturas y salinidad del agua de mar en la Bahía de Pichilingue.

En cada sección (cuatro en total) entre bridas de la tubería de 6" de diámetro se soldaron 6 placas de ánodos de zinc de alto amperaje de 10 kilos y 2 placas de ánodos de alto amperaje de 5 kilos.

- *Aislamiento eléctrico.(junta monoblock)*

Con el fin de proveer aislamiento eléctrico y evitar fallas en equipo eléctrico por corrientes inducidas entre la sección de tubería submarina, la cual cuenta con protección catódica y la sección de tubería que se encuentra de forma superficial sin protección catódica el patín de medición contará con aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02.

Para conocer la efectividad y buen funcionamiento de ésta junta una vez al año se realizarán pruebas de verificación de aislamiento eléctrico, esta se realizará en apego a lo señalado en el Apéndice II. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas de la NOM-003-SECRE-2002. Distribución de gas natural y de gas licuado de petróleo por ductos.

- *Aislamiento térmico de la esfera.*

Se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados.

- *Muro de contención de derrames.*

De acuerdo a las condiciones de operación el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo.

No obstante, se ha considerado un muro de contención de derrames/muro de protección, que consiste en un murete de concreto de 0.60 metros de altura. Para mayor detalle consultar plano [PCH-DG-CIV-010](#).

- *Control de la corrosión.*

Las instalaciones superficiales que estén expuestas a la atmósfera se limpiarán y protegerán con recubrimientos de material adecuado para prevenir la corrosión, siguiendo el procedimiento recomendado por el fabricante. Además se contará con un programa para monitorear la corrosión exterior y llevar a cabo reparaciones donde sea necesario.

Cada elemento del sistema de almacenamiento que presente corrosión que pueda provocar fugas deberá ser reemplazado o reparado de forma inmediata. Cuando se realice una reparación, deberá determinarse si dicho elemento debe continuar en servicio empleando un método analítico, pruebas de presión u otro método alternativo.

- *Sistema general de conexión a “tierra”.*

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

El sistema de tierras consistirá fundamentalmente de un arreglo de electrodos de varilla tipo copperweld, de 3 m de longitud y 5/8” de diámetro, unidos con un conductor de cobre desnudo, enterrado a 0.3 m abajo del nivel del piso terminado.

Se conectarán al sistema de tierras todos los equipos eléctricos, estructuras metálicas, gabinetes, tuberías y en general todas aquellas masas metálicas, no portadoras de corrientes, que pudieran en un momento dado quedar energizadas.

I.4. Análisis y evaluación de riesgos.

De acuerdo con la *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), el riesgo puede considerarse – en términos generales – como la probabilidad de que ocurra algo, y derivado de la ocurrencia de ese algo, sus consecuencias se esperarían que fuesen negativas. En el caso del medio ambiente, así como en lo que a salud refiere; el *riesgo* se identifica como la probabilidad de que un individuo o una población entera presenten cierta incidencia derivado de los efectos adversos – consecuencias negativas – por la exposición a un peligro (tal como señala la USEPA).

A lo largo de la historia los accidentes que han afectado el ambiente son numerosos y las causas de estos se asocian a errores humanos o fallas de los equipos y/o sistemas de manejo de las sustancias químicas peligrosas. Sin embargo, también es conveniente hacer mención que la calidad de vida de las personas ha ido incrementando a medida que se ha aumentado el uso de sustancias químicas.

El caso del gas l.p. reviste especial interés, ya que si bien es cierto que éste por sus propiedades de inflamabilidad y explosividad, es considerado como una sustancia química peligrosa; no cesa la importancia de éste debido a su gran aceptación y consumo en los hogares mexicanos, y tal como menciona la **Secretaría de Energía** (SENER) el consumo de éste a nivel mundial fue de 280.0 millones de toneladas (mmt) en el 2013, mientras que a nivel nacional se registró un total de 283.9 miles de barriles diarios (mbd).

Sin embargo y a pesar de la fuerte demanda del combustible, es conveniente hacer un paréntesis para mencionar aquellos accidentes que han involucrado el gas licuado de petróleo (GLP), con la finalidad de brindar una perspectiva no sólo del potencial que éste tiene para generar daños, sino de igual manera poner en evidencia que las buenas practicas así como la rigurosa aplicación de medidas de seguridad encaminadas a la prevención de accidentes son efectivas para contrarrestar la probabilidad de ocurrencia de estos accidentes.

I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.

Actualmente el proyecto se encuentra en la etapa de diseño; por lo que no existen antecedentes de accidentes o incidentes en las instalaciones.

Por otra parte, en México no existen bases de datos de accidentes que puedan ser consultadas; sin embargo, en la Ciudad de México, en la localidad de San Juan Ixhuatpec (ubicada en el municipio de Tlalnepantla de Baz, en el estado de México), conocida también como San Juanico se tiene registrado uno de los accidentes más trágicos en instalaciones de almacenamiento de gas l.p., el cual ha sido documentado y que se describe a continuación.

El accidente ocurrió en las instalaciones de la terminal de PEMEX en San Juan Ixhuatpec, el 1º de noviembre de 1984, creando una imagen negativa de las actividades de almacenamiento de gas en todo el país.

La capacidad total de almacenamiento de la terminal era de 16.000 m³ aproximadamente, distribuidos en 6 esferas y 48 recipientes transportables de diferentes capacidades.

	Capacidad nominal individual (m ³)	Capacidad total (m ³)	Contenido real (m ³)
2 esferas	2.400	4.800	4.320
4 esferas	1.500	6.000	3.000
4 recipientes transportable	270	1.080	972
14 recipientes transportables	180	2.50	2.268
6 recipientes transportables	54	324	292
3 recipientes transportables	45	135	121
21 recipientes transportables	36	756	680
54 depósitos		15.615	13.653

Teniendo en cuenta una densidad media del producto de 560 Kg/m³, las cantidades de GLP que podrían estar en un momento dado almacenadas en la terminal eran de aproximadamente 6.500 Tm.

La superficie de la terminal era de 13,000 m². La terminal había sido construida según los códigos API (American Petroleum Institute) de diseño de recipientes y depósitos a presión y muchos de los equipos instalados habían sido enviados directamente desde los Estados Unidos de América.

En las inmediaciones de la planta se había ido creando una auténtica ciudad, a distancias de entre 100 y 300 metros. Las edificaciones eran apenas chabolas en las que había de media, 5 personas viviendo en cada una de ellas.

Descripción del accidente.

El inicio del accidente se debió a la ruptura de una tubería de 20 centímetros de diámetro que transportaba GLP desde las refinerías hasta la planta de almacenamiento cerca de uno de los parques de tanques, probablemente debido al sobrellenado de uno de los depósitos y sobrepresión en la línea de transporte por retorno. No está aclarado por qué no funcionaron las válvulas de alivio del depósito sobrellenado. La fuga de GLP continuó durante 5-10 minutos. Se formó una gran nube de vapor inflamable de unos 200 metros por 150 metros que entró en ignición alrededor de 100 metros del punto de fuga, probablemente debido a alguna antorcha encendida a nivel del suelo. El viento en la zona era débil de 0.4 m/s en dirección suroeste. La explosión se registró, junto con otras ocho más en el sismógrafo de la Universidad de Ciudad de México a 30 km de distancia.

La UVCE generó un incendio de grandes proporciones que afectó primeramente a 10 viviendas y, al cabo de 12 minutos, una pequeña esfera se incendió generando una bola de fuego de unos 300 metros de diámetro. Posteriormente, otras 4 esferas y 15 recipientes transportables generaron sucesivas BLEVE'S durante aproximadamente hora y media. Todas las explosiones se registraron en el sismógrafo de la Universidad de Ciudad de México.

La siguiente tabla presenta la cronología de los sucesos que tuvieron lugar aquella mañana:

Cronología	Cadena de sucesos
5:30	Ruptura de la tubería de 20 cm de diámetro. Caída de presión en la sala de control.
5:40	Ignición de la nube de gas. Explosión, combustión violenta e incendio grave.
5:45	Primera BLEVE de una esfera pequeña registrada en el sismógrafo. Llamada al servicio de extinción de incendios.
5:46	Segunda BLEVE, una de las más violentas.
6:00	Alertada la policía, se procedió a cortar los accesos y el tráfico.
6:30	Caos de tráfico.
7:01	Última explosión registrada en el sismógrafo.
7:30	Continúan las explosiones BLEVE de depósitos cilíndricos.
8:00-10:00	Se inician los trabajos de rescate.
11:00	Última explosión registrada de un depósito.
12:00-18:00	Continúan los trabajos de los equipos de rescate.
23:00	Extinción del último incendio en la última esfera grande.

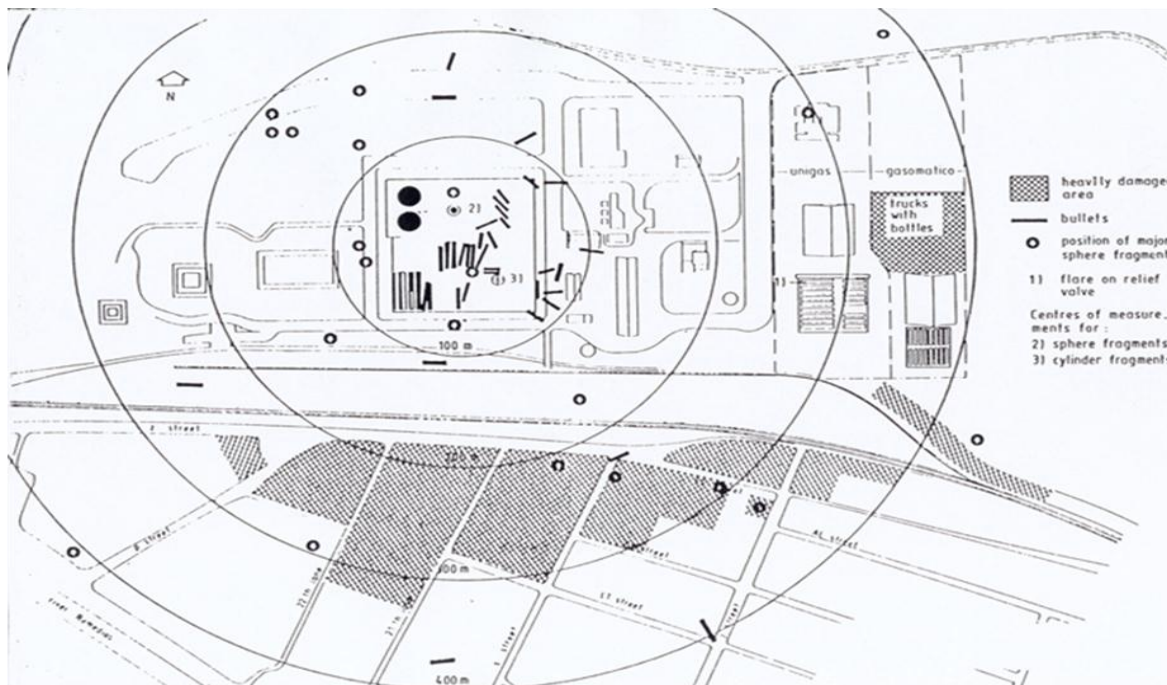
Sólo cuatro de los depósitos originales permanecieron en pie. Uno de los recipientes transportables viajó hasta 1,200 metros de distancia y 11 más fueron desplazados más de 100 metros. Aparecieron fragmentos de las cuatro pequeñas esferas a más de 400 metros de distancia.

Los daños en las edificaciones del exterior alcanzaron grandes proporciones y prácticamente quedaron destruidas en un radio de 300 metros. Hubo además explosiones dentro de las casas y muchas personas sufrieron daños y quemaduras graves por gotas incandescentes de GLP. Más de 500 personas murieron, más de 7,000 heridos y la planta quedó prácticamente destruida.

Análisis de las causas del accidente.

Parece que la causa principal del accidente fue la ruptura de una tubería de 20 cm de diámetro que suministraba GLP a los depósitos de almacenamiento. La causa de la ruptura no está clara, pero parece ser debida a la sobrepresión en la tubería por sobrellenado de uno de los depósitos. Las válvulas de alivio y corte no funcionaron.

El informe oficial estimó los daños por sobrepresión procedente de la primera BLEVE. Se concluyó que los daños por las ondas de presión no fueron muy graves; que los daños de la primera UVCE no fueron la causa principal de los daños más graves; que la segunda BLEVE fue la principal causa de los daños más graves en edificios; que la peor explosión se produjo probablemente por acumulación de gases dentro de los edificios y que la mayoría de los daños se produjeron por los incendios.



Lecciones aprendidas:

- 1. Localización de los establecimientos que presentan riesgo de accidentes graves.** La gran cantidad de muertos y heridos tuvo su origen en la proximidad de las viviendas a la planta de almacenamiento. A la vez que se construía y desarrollaban las instalaciones, iba creciendo sin control el número de viviendas en las proximidades.
- 2. Distribución y sistemas de protección de grandes parques de almacenamiento de Gas L.P.** La destrucción casi total de las instalaciones ocurrió debido a fallos en los sistemas de protección de los depósitos, lo que incluye una distribución correcta, aislamientos de emergencia y sistemas de cortinas de agua de refrigeración. Por otra parte, los soportes de las esferas y recipientes transportables no estaban protegidos térmicamente contra el fuego.
- 3. Sistemas de detección de gases y asilamientos de emergencia.** Un hecho que podría haber limitado las consecuencias podría haber sido la detección de gases y la posibilidad de aislar térmicamente los depósitos. La planta no disponía de sistemas de detección de gases y como consecuencia de ello, las medidas de protección se tomaron demasiado tarde.
- 4. Planificación de las emergencias.** Un aspecto muy significativo que agravó todavía más las consecuencias fue el caos de tráfico que se produjo y que impidió el correcto acceso al área de emergencia de los equipos de salvamento. Otro riesgo añadido fue la gran cantidad de bomberos que quedaron atrapados por la BLEVE de una de las esferas grandes.

5. **Extinción de incendios en situaciones de riesgo de explosiones BLEVE.** Los servicios de extinción de incendios estuvieron en muchas ocasiones en situación de grave riesgo debido a la posibilidad de explosiones BLEVE de los depósitos, sobre todo de las esferas. El riesgo de muerte es muy elevado en las inmediaciones de esferas con peligro de explosión.
6. **Explosiones por expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición.** Después del accidente de *Flixborough*, las explosiones de vapor no confinadas UVCE, fueron ampliamente estudiadas. San Juanico, demostró que las explosiones BLEVE también presentan un grave riesgo de daños a las personas, instalaciones y el medio ambiente. Este accidente representa la serie más grande de toda la historia de BLEVE'S y proporciona una valiosa información para su estudio.

Este accidente, el mayor a nivel mundial donde se haya involucrado gas licuado de petróleo, ha sido ejemplo de lo que se debe evitar al manejar este producto. Como resultado de una toma de conciencia sobre el riesgo en el manejo de los materiales peligrosos, se han emitido una serie de reglamentos y normas tendientes a una prevención efectiva de accidentes en la industria del Gas L.P., mismas reglamentaciones que han regido el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la instalación.

Adicionalmente, se hizo una revisión de la base de datos MARS; la cual recoge información pública sobre los accidentes graves en instalaciones de los países de la Comunidad Económica Europea afectados por las Directivas Seveso I y II. Se trata de un sistema de registro y de información abierto, administrado por el Departamento de Accidentes graves (MAHBA), establecido en el Joint Research Centre, ubicado en Ispra (Italia).

Para esta Base de Datos, las autoridades competentes de los estados miembros notifican a la Comisión (según el artículo 15 de la Directiva Seveso II), los accidentes mayores que involucran a sustancias peligrosas. Los datos sobre estos accidentes son analizados a fin de clasificar los accidentes según una serie de parámetros (año del accidente, tipo de actividad, tipo de accidente, sustancia involucrada, consecuencias, etc.) y con objeto de extraer lecciones para prevenir accidentes similares o mitigar sus consecuencias.

Actualmente, la base de datos MARS contiene información sobre más de 450 incidentes, que abarcan desde 1980 hasta 1999, según las siguientes pautas: tipo de accidente, sustancia directamente involucrada, origen inmediato, causas inmediatas, efectos inmediatos, medidas de emergencia tomadas y lecciones aprendidas.

Esta base de datos es una fuente confiable, ya que el origen de la información utilizada son notificaciones oficiales de las autoridades competentes, siguiendo un protocolo fijo y formato de notificación normalizado, aunque está limitado a los ocurridos en países de la CEE.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
05/02/02	Ruptura de una válvula de bola instalada en la tubería de descarga del tanque.	Gas LP. Cantidad liberada: 15,000 a 16,000 L, correspondiente s a un total de 120 m ³ .	Almacenamiento de Gas LP En 4 tanques aislados con una capacidad de 150 m ³ , cada uno.	La válvula era vieja; el desgaste en la cuerda de la rosca de la válvula causó la liberación del Gas LP en fase líquida. La válvula nunca había sido revisada.	Se formó una nube de gas. No hubo ningún efecto inmediato porque la nube no se incendió.	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia.	Las válvulas similares fueron substituidas también en los otros tanques, las nuevas válvulas instaladas tienen un diseño mejorado de seguridad (una mejor tecnología).
22/01/97	Explosión en una planta de distribución de gas licuado.	Propano.	Las tuberías, incluyendo la tubería de expansión, que era parcialmente subterránea, se rompieron como consecuencia de la corrosión externa. Esto causó varias fugas de gas licuado en el suelo.	Corrosión de tuberías.	La explosión lesionó a un trabajador. El daño material ascendió al 175.000 EUROS.	No proporcionado.	La estación entera de carro-tanques fue renovada, incluyendo sus tuberías. Además, se instaló un sistema de alarma por gas, conectado con un sistema de paro automático de emergencia.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
17/09/01	Liberación de Gas LP en fase gas de la conexión de una de dos válvulas de seguridad.	Gas L.P.	El accidente involucró al tanque de almacenamiento No. 1, ubicado en la granja de tanques de Gas LP, la cual consiste de 4 tanques horizontales con una capacidad de 300 m ³ cada uno y de 3 tanques horizontales de 200 m ³ cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de 1800 m ³ . La liberación de Gas LP ocurrió durante las operaciones de desmantelamiento de una de las dos válvulas de relevo para realizar la prueba periódica de eficiencia. La presión en el tanque fue de 18 bars. Cerca de las 11 am., después de inhabilitar la válvula, un trabajador de mantenimiento comenzó a desatornillar la válvula. En un momento durante el aflojamiento de la conexión de la válvula y la tubería de descarga a la que estaba conectado, estas fueron proyectadas y comenzó la liberación violenta de Gas LP en fase gas del tanque. La liberación continuó sin algún otro suceso asociado hasta que la brigada de bomberos municipal interrumpió la liberación sellando la base de la válvula. De acuerdo con el gerente de seguridad de la compañía, aproximadamente 12.5 toneladas de Gas LP fueron liberadas.	La instalación fue cerrada por la autoridad judicial local competente y posteriormente se llevó a cabo una investigación técnica.	El accidente causó daño a los dispositivos de seguridad del tanque y la pérdida de 12.5 toneladas de Gas LP.	Cuando el accidente ocurrió el operador estaba desmantelando la válvula de relevo. Cuando notó la liberación de Gas LP inmediatamente alertó al gerente de almacenes quien activó el procedimiento de alarma del plan de emergencia interno.	Considerando el resultado de la investigación técnica realizada la compañía decidió sustituir la válvula ensamblada; y todas las válvulas semejantes instaladas en los demás tanques.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
15/03/96	Liberación de propano durante la descarga de un semirremolque (35 m³) a la instalación fija a través de una manguera. Ignición y explosión de la nube de vapor formada.	Propano	El accidente ocurrió cuando un trabajador de la compañía descargaba propano de un semirremolque (~35 m³) a la planta fija vía un tubo flexible. Por razones todavía no claras, ocurrió una liberación considerable del gas. La nube de vapor invadió la planta. No pudiendo parar la fuga, el trabajador dio la alarma a los bomberos, al ferrocarril (cuyas vías se encontraban cerca) etc. Después de la llegada de los bomberos, ocurrió una primera explosión, seguida por un incendio. El fuego envolvió a las dos motobombas de los bomberos, al conductor del semirremolque y al empleado que había dado la alarma. El tanque del semirremolque se agrietó en la parte superior (un agujero de cerca de 500 milímetros) con la liberación de una cantidad grande de propano y la formación de una pequeña bola de fuego. La radiación del incendio causó la explosión de un semirremolque próximo que contenía pocos litros de Gas LP. Un fragmento de este recipiente (1500 milímetros de largo) fue encontrado a una distancia de 500 m, después de que provocó el desplome del techo de una casa unifamiliar cercana. El fuego, además de destruir los dos motobombas de los bomberos, afectó a 2 otros semirremolques que contenían 12 y 35 m³ de propano y a un semirremolque vacío (12 m³), así como a 2 carro-tanques del ferrocarril que esperaban para descargar (capacidad 70 m³).	Liberación accidental de propano, ignición y explosión de la nube de vapor debido a causas todavía no establecidas.	Efectos sobre la gente: El empleado de la compañía (vigilante) junto con dos bomberos murieron algunos días después en el hospital de lesiones serias y de quemaduras. 2 empleados de la compañía tuvieron quemaduras en la cara y las manos y se recuperaron en el hospital. 10 bomberos recibieron quemaduras más o menos serias y fueron hospitalizados. Daño material: El derrumbamiento parcial del edificio de oficinas del establecimiento, rotura de tuberías aéreas que conectaban con las instalaciones fijas, daños a la planta de envasado y equipo de descarga. Daños al exterior debido al lanzamiento de fragmentos del recipiente parcialmente vacío que estallo. Otros daños externos (rotura de cristales, etc.) que se determinarán.	Internas: Alarma dada por el operador asignado a la descarga del semirremolque. Externas: acciones del personal del establecimiento para parar el tráfico en el camino al establecimiento. Llamada telefónica al ferrocarril próximo para parar los trenes en circulación (esto era una acción superflua puesto que ningún tren circulaba en aquel momento debido a una huelga nacional). Petición de evacuación de casas próximas por las autoridades externas en un radio de los 400 m alrededor del establecimiento. Las personas evacuadas (hasta la mañana siguiente) eran cerca de 250.	Después de la construcción del establecimiento en 1963, muchas residencias se han construido alrededor, sin la consideración de los riesgos. Las consecuencias habrían sido más serias en caso de BLEVE o de UVCE, implicando también el lado externo del establecimiento (según lo previsto en el informe de seguridad). Tales circunstancias deben ser evitadas en el futuro aplicando los directorios del "supuesto; SEVESO II" en el planeamiento de utilización del suelo en caso de una planta con riesgo de accidentes importantes.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
19/07/96	Liberación de butano licuado (Gas LP) de una tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m ³	Butano comercial. No está claro qué cantidad estuvo implicada. Los primeros datos de la compañía indican 70 toneladas de las cuales 30 toneladas fueron liberadas antes del incendio (ignición de la nube).	La planta en la cual el accidente ocurrió tiene como actividad principal la carga, descarga, almacenamiento, transferencia y llenado de cilindros de Gas LP, además de su mantenimiento. La capacidad global de la planta es 31,000 m ³ . La liberación originada en la línea de entrada de 6" de uno de los tanques esféricos de 6000 m ³ , se debió a la abertura de una válvula, con la consiguiente formación de un charco que se evaporó formando una nube inflamable que deflagró cuando alcanzó una fuente de ignición a 200 m., produciendo una onda de presión y una onda de radiación térmica (UVCE), causando diversos efectos, entre otros también una fatalidad. Después de la deflagración de la nube, el charco y el producto fugado de la tubería se incendiaron y solo pudieron ser apagados después de una hora.	Actualmente, la hipótesis es que la válvula que conectaba la tubería (abierta a la atmósfera) con el rack de tuberías se abrió espontáneamente, o que la causa del accidente fue una falla del mecanismo de control de la válvula.	Los efectos fueron sobre todo debidos a la radiación y la sobrepresión, causada por la deflagración, aparte de las estructuras afectadas dentro de la nube en el momento de la explosión, 18 personas fueron afectadas, de las cuales, 3 fueron particularmente afectadas por la radiación y 4 por la sobrepresión. Los más seriamente afectados fueron dos trabajadores quemados, que estaban a aproximadamente 50 - 70 metros de distancia del fuego, uno de los cuales murieron como consecuencia de las quemaduras. Los daños a los edificios próximos, el edificio de la estación de llenado con los serios daños estructurales, oficinas con grietas en las paredes, ruptura de ventanas a 120 metros de distancia de la compañía.	Por una parte, el plan de emergencia interno de la compañía fue activado, el cual preveía la evacuación y la activación de diversas salvaguardias, como los sistemas de enfriamiento de los tanques, algunos de los cuales fallaron. Por otra parte, el plan de emergencia externo fue activado, lo que significó que los oficiales públicos bloquearan el acceso en un área de 350 m alrededor de la compañía y la evacuación de las compañías en esta área.	Una investigación está en curso para definir las causas, se aseguraron de que las válvulas estén fijas cuando están desactivadas. Se requiere una mejor estrategia de comunicación de emergencias.

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
26/01/98	Liberación de butano en una instalación de gas licuado.	Butano. Cantidad implicada: aproximadamente 150 L.	En 26/01/1998, en una planta de suministro de gas licuado la falla de una válvula de sobre flujo causó la liberación de cerca de 150 l de butano líquido. A la hora del acontecimiento, la planta estaba fuera de operación. Las bombas de alimentación de gas licuado estaban fuera de operación también, de modo que en las condiciones de temperatura externas (aproximadamente -5 C°) la presión sobre la válvula de sobre flujo era solo la presión estática de la tubería de gas licuado. Por lo tanto la función de apertura de la válvula no estaba activada. Las características del daño (una grieta con una longitud de 12 milímetros) junto con una evaluación de la situación; además de la situación en el establecimiento indican que la causa más probable es una fabricación defectuosa o un defecto en el material.	Junta de una válvula.	Un bombero sufrió la congelación menor de una mano.	Después del inicio de la falla (accidente), las válvulas de cierre fueron cerradas y el gas remanente fue enviado al quemador. La válvula de sobre flujo defectuosa fue retirada y la tubería fue bloqueada con una brida ciega. Fuera de la instalación, los caminos fueron bloqueados y se llevaron a cabo mediciones de gas.	Debido la falla de un fuelle usado para sellar una válvula no se puede excluir, se debe instalar una protección secundaria. Tal protección tan secundaria contra la liberación de sustancias puede ser una junta suplementaria en el huso de la válvula (eje de la válvula) o por una cubierta del resorte a prueba de gas. La seguridad y la confiabilidad requeridas de las válvulas de sobre flujo/control se podían garantizar por una prueba de componentes, similar a una prueba de las válvulas de seguridad.

I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización.

Para efectos de la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos asociados al proceso operativo del proyecto, se llevará a cabo el desarrollo de las siguientes etapas:

1. Inicialmente se llevará a cabo un **reconocimiento del ámbito de estudio**, es decir, se describirán las áreas que integrarán la instalación, las actividades que conformarán el proceso operativo, así como las sustancias químicas peligrosas involucradas en la operación de la instalación – que en éste caso será únicamente el gas licuado de petróleo.
2. Una vez identificado el tipo de instalación y la actividad que se pretende llevar a cabo, se **verificará si esta cumple con los requerimientos específicos mínimos** que deberán de observarse en lo relativo al diseño, construcción y seguridad, que ente caso es con la **NOM-015-SECRE-2013**, mediante la aplicación de un **Check List**.
3. Posteriormente se **identificarán todos los peligros inherentes** y los posibles peligros que se pueden generar durante la etapa de operación del proyecto con base en las propiedades fisicoquímicas del gas licuado de petróleo (GLP) y de las condiciones de operación en que se llevará a cabo el proceso operativo.
4. Asimismo, en esta sección se realizará un **reconocimiento y valoración de los daños probables por fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológico, químico tecnológico, sanitario-ecológico y socio-organizativos** a los que pudiera enfrentarse la instalación en función del área geográfica donde pretende ubicarse.
5. Con base en la ingeniería básica de la *instalación* se llevará a cabo la identificación de peligros a través de la metodología cualitativa **HazOP (Análisis de Peligros y Operatividad)**, y los escenarios de riesgo identificados se jerarquizarán conforme a las matrices de ponderación de frecuencia y consecuencia definidas en el presente estudio. Para este análisis de riesgos, se utilizó la **jerarquización de riesgos basada en los criterios establecidos en el documento COMERI 144 Rev. 2/ Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1**. Utilizando la tabla de categorías de consecuencias de los eventos y la tabla de categoría de frecuencias de ocurrencia de los eventos para determinar el nivel de riesgo de cada escenario.
6. En esta sección se realizará un **análisis detallado de frecuencias** para aquellos escenarios de riesgo que se hayan identificado y ubicado en las regiones de riesgo “No Tolerable y/o ALARP”, para lo cual se aplicará el método conocido como “**Análisis de Árbol de Fallas**”
7. Posteriormente, se realizará un **análisis detallado de consecuencias** para aquellos escenarios de riesgo que se hayan identificado y ubicado en las regiones de riesgo “No Tolerable y/o ALARP”.

La determinación de los radios potenciales de afectación se realizará mediante la aplicación de modelos matemáticos de evaluación de consecuencias, tales como: bola de fuego, flash fire, jet fire, explosiones de nubes no confinadas NVNC, explosión BLEVE, así como del modelo de simulación SCRI-FUEGO. Ver.2

La definición de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento se definirán de conformidad con los siguientes criterios:

	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5.0 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rangode 3.0 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Las zonas de alto riesgo y amortiguamiento serán representadas en foto mapas a escala, en donde se podrán identificar los puntos de interés (componentes ambientales, áreas naturales protegidas, asentamientos humanos, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, entre otros), así como otras áreas de interés.

1. RECONOCIMIENTO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.

Para la identificación de los riesgos ambientales, se inicia con el conocimiento profundo de los peligros que pueden ser la fuente del riesgo dentro de la instalación de acuerdo con las actividades que en ésta se llevarán a cabo, así como los elementos que integrarán la misma. El objetivo reside básicamente en identificar los sucesos que en caso de presentarse, tienen el potencial de desencadenar un daño al personal, población, al ambiente y a los bienes, y cuyas dimensiones sobrepasen los límites de la instalación puesto que inherentemente dichas actividades y/o elementos son susceptibles a éste.

El presente análisis reside en la plena identificación de peligros, el cual es el paso más decisivo dentro del Análisis de Riesgo, puesto que la omisión – independientemente del motivo porque se suscite – generaría no sólo la no *identificación*, sino que también impediría su estudio y el posible control o manejo de éste, con el fin de minimizar los efectos derivados del mismo en el caso de que resultase efectivo éste. Por lo anterior, para el estudio del o los riesgos; es de vital importancia la identificación de los peligros inherentes al proceso operativo de la instalación objeto de estudio.

Con base en las afirmaciones anteriores se hace necesario primeramente, identificar el tipo de instalación al que se refiere el proyecto, que en ese caso se trata de un “**Sistema de Almacenamiento de Gas L.P., mediante Planta de Suministro**”, en donde la única sustancia que se pretende manejar es precisamente el gas licuado de petróleo (GLP). Inicialmente se ha proyectado una capacidad total de almacenamiento de 6360 m³ (3, 720,918 kg), contenidos en un solo recipiente esférico tipo “E” con capacidad de 40,000 barriles. Dicha capacidad rebasa la cantidad de reporte que equivalente a 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.

La Planta contará con las siguientes áreas operativas:

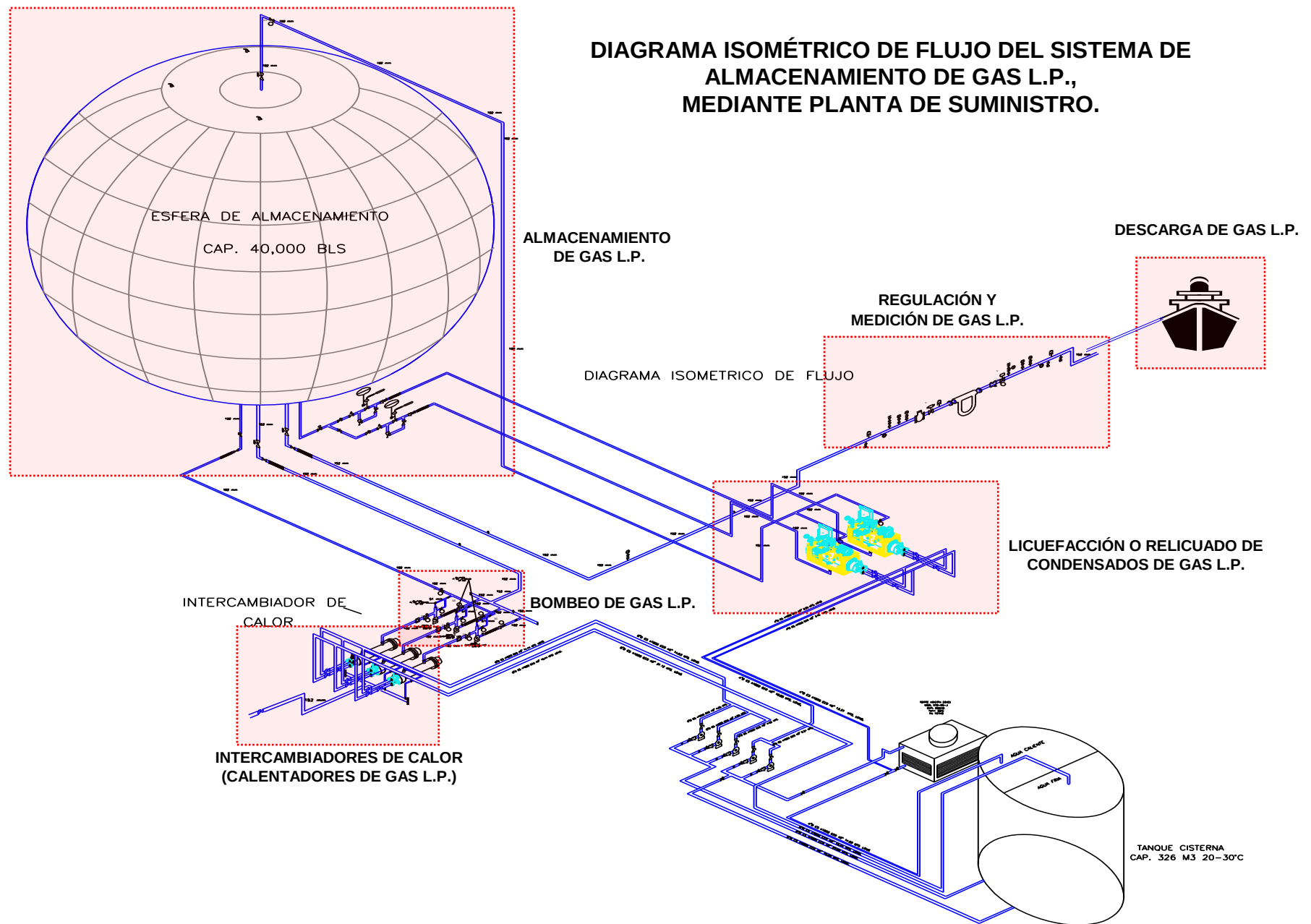
- **Descarga.** En ésta área se llevará a cabo la descarga de gas l.p. a través de la *línea de recepción*, la cual conducirá el gas l.p. proveniente de un buque tanque hasta el patín de medición. La línea de recepción está integrada por una manguera de 30 m de longitud y tubería rígida de 6” de diámetro, dicha tubería consta de tres secciones: sumergida, enterrada y superficial. Cabe mencionar que está infraestructura ya se encuentran totalmente concluidas y en operación.
- **Regulación y medición.** En esta área se realizará la medición del gas l.p. a través de un patín de medición y regulación para posteriormente conducirlo a la zona de almacenamiento.
- **Almacenamiento.** Se llevará a cabo el almacenamiento semirefrigerado de gas l.p. en un recipiente esférico tipo E con capacidad de 40,000 barriles.
- **Licuefacción o relicuado.** Con el objeto de mantener en condiciones óptimas de operación a la esfera en esta área se llevará a cabo la recuperación de vapores de gas l.p. a través de un sistema de condensación.
- **Bombeo.** Esta área estará integrada por tres bombas de trasiego, las cuales transportarán el gas l.p. líquido desde la zona de almacenamiento (esfera) hasta los intercambiadores de calor

- **Intercambiadores de calor (calentadores).** Previo al trasiego de gas l.p. a los tanques estacionarios (ubicados en la planta de distribución) para posterior distribución, se llevará a cabo el calentamiento de gas l.p. mediante 3 intercambiadores de calor de casco y tubos tipo contraflujo.

Asimismo para el funcionamiento del Sistema de Almacenamiento de Gas L.P., mediante Planta de Suministro, se requiere de servicios auxiliares donde se incluirá:

- **Sistema de agua de enfriamiento.** El agua utilizada en los intercambiadores de calor, tanto del lado de las unidades de licuefacción de GLP como del lado del calentamiento de GLP pasará a través de una torre de enfriamiento para recuperar su temperatura original. De acuerdo a las condiciones de diseño de los intercambiadores de calor, se ha considerado una torre de enfriamiento marca BAC
- **Sistema contra incendio.** Estará compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas para uso de agua contra incendio (eléctrica y de combustión interna), así como una bomba de presurización (jockey) y una red distribuidora de PVC, formando redes que servirán para conducir el suministro de agua para monitores e hidrante, así como para el sistema de aspersión de la esfera, patín, sistema de relicuado intercambiadores de calor y bombas.
- **Cuarto eléctrico.** Se dispondrá de un área en la cual se construirá un cuarto con materiales incombustibles, donde se instalará la subestación de potencia, tableros de fuerza y equipo electrógeno

De igual manera se contará con espacios delimitados como estacionamientos, cuarto del sistema de control distribuido, además de zonas de circulación en el interior de la instalación, así como oficinas administrativas además de servicios sanitarios y los respectivos accesos para el ingreso y salida a la misma.



2. LISTA DE VERIFICACIÓN GENERAL RELACIONADA CON LOS LINEAMIENTOS MÍNIMOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO

A continuación se presenta una Lista de Verificación general relacionada con el cumplimiento del proyecto en la Etapa de Diseño de conformidad con el punto 2.0 de la NOM-015-SECRE-2013 que establece los criterios y lineamientos mínimos a los que se debe sujetar el diseño y construcción de Sistemas de Almacenamiento de Gas L.P. El grado de cumplimiento se otorgó en función de la información proporcionada por la empresa relacionada con la Ingeniería Básica desarrolla por la empresa GASTEK y Mayekawua para el presente proyecto.

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
1.1. Sistemas de almacenamiento de GLP.		
¿Los planos y memorias técnico-descriptivas señalan los componentes principales de la instalación, su localización y simbología, y describen a detalle los criterios de diseño, cálculos, capacidades, códigos y normas utilizadas?	---	Si bien se cuenta con planos y memorias de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, algunos de los planos carecen de la simbología correspondiente, tal es el caso de los planos No. PCH-DG-DTI-002 y No. PCH-DG-MEC-002, correspondientes al patín de medición.
¿Se cuenta con diagramas de flujo y de control e instrumentación de los componentes principales de la instalación?	---	No se cuenta con diagrama de flujo de la línea de recepción y patín de medición.
¿Las memorias técnico-descriptivas y planos de cada sistema contienen las firmas autógrafas, nombre y cédula profesional del proyectista, del representante legal del permisionario o solicitante y de la Unidad de Verificación?	---	No todos.
1.2. Ubicación de los Sistemas de Almacenamiento.		
¿Para determinar la ubicación del Sistema de almacenamiento de GLP, se tomó en cuenta las medidas de mitigación derivadas de un estudio de riesgos?	CUMPLE	Previo al desarrollo de la ingeniería básica del proyecto se elaboró un Análisis Preliminar de Riesgos.
1.3. Requerimiento de distancias mínimas.		
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente a presión para almacenamiento de GLP con una capacidad mayor a 451 m ³ y el límite con un predio adyacente donde pudiera haber un asentamiento humano es igual o mayor a 60 m?	CUMPLE	En los predios adyacentes al área del proyecto no se ubican asentamientos humanos, edificios públicos, educativos, guarderías/estancias ni hospitales. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como "Espacio y Datos de México", "Inventario Nacional de Vivienda" y "Mapa Digital", las localidades más cercanas a la zona de interés son: Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro, ubicadas a 1.468, 1.985 y 1.772 km aproximadamente. Cabe destacar que la población total en cada una de estas localidades no rebasa las 6 personas.
En los predios adyacentes al Sistema de almacenamiento de GLP no deberán ubicarse edificios públicos, educativos, guarderías/estancias y hospitales, a menos que el estudio de riesgos demuestre que hay una distancia suficiente que garantice la seguridad de las personas y sus bienes en caso de presentarse un incidente.	CUMPLE	
¿La distancia horizontal mínima entre las tangentes verticales de las envolventes de dos recipientes a presión es de 1.5 m o la mitad del diámetro del tanque más grande? Se tomará la que resulte mayor.	CUMPLE	Por el lindero Oeste del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica una planta de distribución de gas l.p., la cual cuenta con 12 recipientes horizontales presurizados especiales para contener gas l.p., la distancia horizontal que existe entre la tangente vertical del recipiente de dicha planta a la tangente del recipiente esférico es mayor a 20 m.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de dos recipientes a presión horizontales o entre la tangente vertical de uno horizontal y la tangente vertical de uno esférico o vertical, es de 1.5 m o tres cuartos del diámetro del tanque más grande? Se tomará la distancia que resulte mayor.	CUMPLE	
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de un recipiente a presión y la tangente vertical de la envolvente de un recipiente refrigerado es equivalente a tres cuartos del diámetro del tanque de mayor capacidad?	CUMPLE	

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de un recipiente a presión y la tangente vertical de la envolvente de un tanque atmosférico diseñado para contener material con un punto de inflamabilidad de 38°C o menos, es equivalente al diámetro del tanque mayor capacidad?	CUMPLE	Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad de 38°C o menos) se encuentra a más de 40 m.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de un recipiente a presión y la tangente vertical de la envolvente de un tanque atmosférico diseñado para contener material con un punto de inflamabilidad mayor a 38°C, es equivalente a la mitad del diámetro del tanque mayor?	CUMPLE	Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad mayor a 38°C) se encuentra a más de 40 m.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de un recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y la construcción destinada como cuarto de control de la instalación de almacenamiento es mayor a 15 m?	CUMPLE	De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y la construcción destinada para el cuarto de control (SCD) es mayor a 15 m
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de un recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y construcciones para ocupación humana, dentro del Sistema de almacenamiento, no relacionados con el control de la instalación de almacenamiento es mayor a 30 m?	CUMPLE	La única construcción destinada para ocupación humana dentro del Sistema de Almacenamiento no relacionada con el control de la instalación será la caseta de vigilancia, la cual se ubica a más de 30 de la tangente vertical del recipiente esférico.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y tanques de proceso es de 15 m?	CUMPLE	Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque de proceso) se encuentra a más de 40 m.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y quemadores u otro equipo que contenga flamas expuestas es de 30 m?	CUMPLE	Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir quemadores u otro equipo que contenga flamas expuestas) se encuentra a más de 40 m.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y otro equipo de combustión, incluyendo los hornos de proceso y las calderas utilitarias es de 15 m?	CUMPLE	Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir equipos de combustión, incluyendo hornos de proceso y calderas utilitarias) se encuentra a más de 40 m.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y bombas que tomen succión de los tanques o recipientes para almacenamiento de GLP es de 5 m?	CUMPLE	De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y el área de bombas de succión es mayor a 5 m
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y cualquier otro equipo rotativo es de 15 m?	CUMPLE	De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y los compresores del sistema de re licuado es mayor a 15 m
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y líneas de transmisión de energía eléctrica aérea y subestaciones eléctricas es de 15 m?	CUMPLE	No existen líneas de alta tensión que crucen el predio ni cercanas a este. En tanto que la subestación eléctrica de la planta estará a más de 15 m de distancia de la tangente vertical de la esfera
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP e instalaciones de carga y descarga de auto-tanques, semirremolques y carro-tanques es de 15 m?	CUMPLE	La instalación no contempla instalaciones de carga y descarga de auto- tanques, semirremolques y carro-tanques. En tanto que el área de carga de semirremolques y auto tanques de la planta de distribución de gas l.p. contigua a la zona del proyecto se

		encuentra a más de 15 m de la tangente vertical del recipiente esférico.
2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y canales de navegación, muelles y atracaderos es de 30 m?	CUMPLE	El fondeadero de amarre se ubica a más de 250 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de recipiente a presión o tanque de almacenamiento de GLP y motores estacionarios de combustión interna es de 15 m?	CUMPLE	Para el sistema contra incendio se contará con una bomba con motor de combustión interna, la cual estará ubicada dentro del cuarto de máquinas del SCI, el cual se encuentra a más de 15 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
¿La distancia horizontal mínima entre la tangente vertical de la envolvente de un recipiente a presión y el borde de un área de contención de derrames para tanques de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles, es de al menos 5 m?	CUMPLE	Dentro del predio que ocupará no existirá ningún área de contención de derrames relacionada con algún tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.
1.4. Ubicación de recipientes a presión y equipo.		
Los recipientes a presión destinados para el almacenamiento de GLP no deben ubicarse en: a) Construcciones o recintos cerrados; b) Dentro del área de contención de derrames de tanques de almacenamiento de otros líquidos inflamables o combustibles, en su caso; c) Dentro del área de contención de derrames para tanques de almacenamiento refrigerados.	CUMPLE	El recipiente esférico estará ubicado en un área abierta protegido por un murete de concreto de 0.60 metros de altura.
Los compresores y las bombas que succionen de los recipientes a presión no deben ubicarse dentro del área de contención de derrames de ninguna instalación de almacenamiento.	CUMPLE	Las bombas de succión de gas l.p. se encuentran ubicadas fuera del área de protección del recipiente esférico.
Los recipientes a presión horizontales con capacidades de 45 m ³ o mayores no deben ubicarse en grupos de más de seis tanques cada uno.	NO APLICA	NO APLICA
Los recipientes a presión tipo horizontales deben instalarse de tal forma que sus ejes longitudinales no estén orientados hacia otras instalaciones tales como recipientes a presión, equipo de proceso, cuartos de control, instalaciones de carga o descarga, instalaciones de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles o instalaciones en los muelles o atracaderos ubicados en las cercanías de estos recipientes.	NO APLICA	NO APLICA
Los recipientes a presión esféricos, no deben ubicarse en grupos de más de seis tanques cada uno.	CUMPLE	Por el momento el proyecto solo contempla la instalación de un solo recipiente esférico.
1.5. Sistema mecánico.		
¿Los recipientes a presión cumplen con las condiciones de diseño establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011?	CUMPLE	El recipiente de almacenamiento esférico es del tipo E y cumple con lo establecido en la NOM-009-SESH-2011, de acuerdo a lo indicado en la Memoria de Cálculos, diseño Mecánico y Estructura MCE-18W13-01 y al plano PHC-DG-MCE-001.
El material de las conexiones bridadas de tuberías de proceso debe ser al menos de clase 300 del código ASME B16.5-2009 para las tuberías de proceso, de acuerdo a las normas aplicables. Todos los accesorios deben tener conexión de diámetro nominal de DN 20 (¾ de pulgada) como mínimo.	CUMPLE	Si cumple de acuerdo a lo señalado en el proyecto mecánico.

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
Cuando un recipiente a presión previamente utilizado vaya a reubicarse o a usarse para el almacenamiento de GLP, es necesario que cuente con el dictamen que acredite el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para Contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, o con aquella que la sustituya, y debe ser evaluado, previo a su instalación, de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., o con aquella que la sustituya.	CUMPLE	En el caso específico del recipiente de almacenamiento a utilizarse, no es de reuso, ya que este se armará por primera vez, sin embargo, se realizarán pruebas de espesores de sus placas antes de colocarlas.
Las conexiones entre tuberías del Sistema de almacenamiento deben fabricarse de acero sin costura y tener el mismo espesor de las tuberías a las que están unidas, estar soldadas a tope de penetración completa y cumplir con lo establecido en las Normas aplicables.	CUMPLE	De acuerdo a lo señalado en el proyecto mecánico las conexiones entre tuberías del Sistema cumplirán con las especificaciones señaladas por la normatividad aplicable.
Los accesorios con extremos soldables como codos, tes y coples deben resistir una presión de trabajo mínima de 20.684 MPa (3000 psi). Los accesorios de hasta DN 40 (NPS 1 1/2), deben tener extremos de caja soldable; para diámetros mayores, se pueden usar extremos soldables biselados.	CUMPLE	Los accesorios a colocarse serán: un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S, dos transmisores de presión marca Emerson modelo 30515 y dos transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664.
En cada tanque de almacenamiento se deben instalar, como mínimo, los accesorios indicados en la NOM-009-SESH-2011, o aquella que la sustituya. Los recipientes a presión deben contar con un medidor de nivel del líquido, conforme a lo establecido en la NOM-009-SESH-2011	CUMPLE	Para el caso específico del recipiente se utilizará un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S.
Se debe proveer un sistema de alarma redundante para alto nivel que debe configurarse para dar al operador tiempo suficiente de detener el flujo antes que se exceda la altura máxima de llenado. La alarma debe ubicarse de forma tal que sea audible y visible.	CUMPLE	El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado.
¿La altura máxima permisible de llenado de un recipiente a presión provee el espacio de vapor necesario para cualquier expansión térmica del líquido que pueda ocurrir una vez concluida la operación de llenado?	CUMPLE	El nivel máximo de llenado de la esfera será de correspondiente al 85% de su capacidad.
Cada recipiente a presión debe estar provisto con una o más válvulas de relevo de presión equipadas con resorte u operadas por piloto.	CUMPLE	El recipiente contará con válvulas de relevo de presión. La capacidad de descarga sera de 166,150.8 SCFM
Las características de diseño e instalación de los registros entrada-hombre de los recipientes a presión deben apegarse a lo establecido en la NOM-009-SESH-2011, o en aquella que la sustituya.	CUMPLE	La esfera contará con dos registros pasa-hombre, uno en la parte superior y otro en la parte inferior cumpliendo con lo indicado en la NOM-009-SESH-2011.
Los perfiles estructurales de las escaleras, plataformas, barandales, guardas, bastidores y soportes, deben ser diseñados para la carga viva máxima especificada, más la carga muerta y las cargas ocasionales.	CUMPLE	Las escaleras y plataformas se construirán de acuerdo a lo indicado en la NOM-015-SECRE-2013 y en la NOM-002-STPS-2010, como se puede apreciar en los planos PCH-DG-MCE-010H1-RB; PCH-DG-MCE-010H2-RA; PCH-DG-MCE-010H3-RA Y PCH-DG-MCE-010H4-RA.
Las válvulas de corte primarias para un recipiente a presión(específicamente las válvulas más cercanas al recipiente que puedan cortar el flujo) deben ser fabricadas de acero de conformidad con las Normas aplicables	CUMPLE	De acuerdo a lo señalado en el proyecto mecánico las válvulas de corte primarias de la esfera serán fabricadas de acero.

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
Los sistemas de tuberías a que hace referencia esta Norma Oficial Mexicana deben cumplir con las Normas aplicables. Las tuberías utilizadas en el Sistema de almacenamiento de GLP deben ser sin costura	CUMPLE	Los sistemas de tubería que conducen GLP en el sistema, serán de acero al carbón Ced. 40 sin costura para todas las conexiones soldables, utilizando codos y tee's con bisel y bridas clase 300# de cuello soldable. Todas las conexiones con válvulas y equipos se realizarán por medio de bridas.
Las bombas y los dispositivos de carga deben dimensionarse para proporcionar tasas de flujos adecuadas para la capacidad de la instalación. Se debe asegurar que las tasas de flujo den al operador tiempo suficiente para seguir el curso de las operaciones de carga y descarga en todo momento, y apagar la instalación antes que los recipientes a presión se vacíen completamente o antes que éstos se llenen más allá del nivel máximo.	CUMPLE	Para el suministro a la planta de almacenamiento y distribución se colocarán 3 bombas Blackmer LGDL4 con capacidad de bombeo de 833 LPM a una presión diferencial de 100 psi. Considerando un 80% de eficiencia con el gas propano tendríamos un flujo de 666.4 LPM, en la operación diaria solo se utilizarán 2 bombas y una quedara de respaldo, por lo que se tendrá un flujo de suministro de 1,332.8 LPM.
¿Las bombas de desplazamiento positivo deben contar con un dispositivo de alivio de presión adecuado en el lado de la descarga?	CUMPLE	La bomba Blackmer LGDL4 contará con una válvula Bypass, la cual protegerá la bomba y evitará que no se abra la válvula de alivio interna.
Toda la tubería terrestre deberá cumplir con lo establecido en la disposición 2.5.2.8 y, en su caso, con la 2.6.12.3, de esta Norma Oficial Mexicana. Asimismo, los brazos y mangueras para instalaciones marinas deberán cumplir con lo establecido en la disposición 2.6.7 de esta Norma Oficial Mexicana.	CUMPLE	La tubería de recepción de ducto marino cumple con lo indicado en los numerales 2.5.2.8; 2.6.12.3 y 2.6.7 de la NOM-015-SECRE-2013.
Los sistemas de almacenamiento que reciban y entreguen GLP por ducto terrestre y/o marino, deben contar con patín de regulación y medición.	CUMPLE	El sistema contará con un patín de regulación y medición a la recepción del producto, una vez saliendo el ducto a tierra firme y antes de llegar al tanque de almacenamiento. De acuerdo a lo indicado en el plano PCH-DG-MEC-002.
Se debe colocar aislamiento eléctrico a la entrada y salida del patín de regulación y medición	CUMPLE	El patín de medición contará con aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02.
El patín de regulación y medición debe contar con los accesorios necesarios para el monitoreo de las variables de flujo, densidad, temperatura y presión, a fin de que las señales generadas en estos dispositivos sean concentradas en el cuarto de control.	CUMPLE	El patín tendrá instalados manómetros, termómetros. Asimismo, se colocará un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción,
Se deben instalar detectores de mezclas explosivas en las instalaciones del patín de regulación y medición.	CUMPLE	De igual forma se colocarán sensores de presión y temperatura, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga.
¿La distancia mínima de la tangente del recipiente a presión al ducto troncal del sistema de transporte es de 150 m?	NO APLICA	Sin comentarios

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento.		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
1.6. Sistema de carga, trasiego y descarga de producto.		
Las mangueras deben ser resistentes al GLP. Cuando se utilice cable trenzado como refuerzo, dicho cable debe estar fabricado de materiales resistentes a la corrosión como el acero inoxidable.	CUMPLE	La manguera marina es especial para el uso de gas l.p. y esta será sustituida conforme a la vida útil señalada por el fabricante.
En las mangueras se debe instalar un Sistema de Paro de Emergencia (PDE) de conformidad con las Normas aplicables.	NO CUMPLE	No lo considera el diseño del proyecto mecánico
Se debe instalar un sistema de Desconexión Rápida de Emergencia (DRE) de conformidad con las Normas aplicables.	NO CUMPLE	No lo considera el diseño del proyecto mecánico.
Se debe disponer de un sistema de comunicaciones en los lugares de descarga y recepción para mantener el contacto con el personal relacionado con dicha operación de descarga y recepción. Están permitidas las comunicaciones por teléfono, altavoces, radio o señales luminosas.	CUMPLE	El proyecto considera la señalética de acuerdo a lo indicado en la norma NOM-002-STPS-2010.
Se debe aplicar un recubrimiento anticorrosivo para la protección contra la corrosión atmosférica de recipientes a presión, soportes, tuberías y accesorios instalados de forma superficial.	CUMPLE	La aplicación del recubrimiento anticorrosivo se considera dentro del procedimiento de protección mecánica.
Si el Sistema de almacenamiento tiene tuberías de acero enterradas y/o sumergidas se debe aplicar el control de corrosión externa de conformidad con lo especificado en la NOM-003-SECRE-2011, Apéndice II, o en aquella que la sustituya.	CUMPLE	
1.7. Soldadura y procedimientos de soldadura.		
Toda la soldadura de un tanque y sus componentes a presión deben realizarse utilizando un procedimiento previamente calificado y efectuado por soldadores u operadores capacitados de acuerdo con lo establecido en la NOM-009-SESH-2011, o en aquella que la sustituya.	CUMPLE	El recipiente de almacenamiento esférico es del tipo E y cumple con lo establecido en la NOM-009-SESH-2011, de acuerdo a lo indicado en la Memoria de Cálculos, diseño Mecánico y Estructura MCE-18W13-01 y al plano PHC-DG-MCE-001.
1.8. Sistema Civil.		
¿El predio donde se pretenda construir el Sistema de almacenamiento cuenta como mínimo con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos?	CUMPLE	La principal vía de acceso terrestre al área donde se pretende desarrollar el proyecto es a través de la carretera Pichilingue – La Paz, la cual se ubica a más de 1 kilómetro del predio del proyecto, esta interseca con la vialidad principal API que es el acceso principal a la instalación.
¿Los predios colindantes y sus construcciones deben estar libres de riesgos potenciales para la seguridad del sistema de almacenamiento?	CUMPLE	En cuanto a edificaciones adyacentes al proyecto destacan aquellas donde se desarrollan actividades económicas del tipo portuario, industrial, comercial y turístico, las cuales no representan riesgos potenciales para la seguridad del Sistema. No obstante, cabe destacar de la presencia de la planta de distribución, la cual es propiedad de la misma empresa, por lo que la coordinación y comunicación entre ambas será esencial.
¿El diseño de la cimentación está basado en la información sobre la capacidad de carga y propiedades de asentamiento del suelo?	CUMPLE	De acuerdo a la memoria de cálculo estructural cimentación esfera (MCE-PCH-CE-001) todos estos aspectos fueron considerados. Asimismo, se consideró la información de la Mecánica de Suelo.

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
¿El diseño de los soportes de los recipientes a presión considera movimientos de expansión y contracción, ocasionados por la presión interna y el cambio de temperatura de la pared metálica?	CUMPLE	De acuerdo a la memoria de cálculo estructural cimentación esfera (MCE-PCH-CE-001) todos estos aspectos fueron considerados.
¿El diseño de los soportes del recipiente a presión considera las cargas inducidas sobre su pared metálica?	CUMPLE	De acuerdo a la memoria de cálculo estructural cimentación esfera (MCE-PCH-CE-001) todos estos aspectos fueron considerados.
Los miembros diagonales (contraventeos) que se utilizan para arriostrar las columnas verticales, no deben acoplarse directamente a un recipiente esférico a presión, a menos que en el diseño de éste se tomen las medidas adecuadas para soportar las cargas resultantes.	CUMPLE	De acuerdo a la memoria de cálculo estructural cimentación esfera (MCE-PCH-CE-001) y a la Memoria de cálculo MCE 18W13-01. Diseño Mecánico y Estructural todos estos aspectos fueron considerados.
El anclaje de los recipientes esféricos y cilíndricos horizontales a la cimentación o al soporte debe proveerse de forma que resista la fuerza del viento, cargas por sismo y el movimiento inducido por las variaciones en la temperatura.	CUMPLE	De acuerdo a la Memoria de cálculo MCE 18W13-01. Diseño Mecánico y Estructural, el anclaje del recipiente esférico considera la condición crítica bajo la peor combinación de cargas.
¿Se cuenta con drenajes independientes?	CUMPLE	Ver plano PCH-DG-CIV-011
¿Se cuenta con instalaciones de contención de derrames para evitar la acumulación de material inflamable debajo o cerca de un tanque de almacenamiento de GLP?	CUMPLE	De acuerdo a las condiciones de operación el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo. No obstante, se ha considerado un muro de contención de derrames/muro de protección, que consiste en un murete de concreto de 0.60 metros de altura. Para mayor detalle consultar plano PCH-DG-CIV-010
1.9. Sistema de Protección Contra Incendios.		
¿El Sistema de almacenamiento de GLP cuenta con un sistema de protección contra incendios basado en un estudio de riesgos?	CUMPLE	Previo al desarrollo de la ingeniería básica del proyecto se elaboró un Análisis Preliminar de Riesgos.

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
¿La configuración del Sistema de almacenamiento permite el acceso desde al menos dos ubicaciones distintas?	CUMPLE	El diseño de las vías de acceso, pasillo y puertas para la operación del sistema estarán diseñadas de tal forma que permitan el acceso a las instalaciones rápidamente y se permite su acceso desde dos ubicaciones distintas, como puede verse en el plano PCH-DG-SCI-001, se contará además con una salida de emergencia de 6.0 m de ancho para la salida de vehículos, que se encuentren en las instalaciones.
¿El Sistema de Almacenamiento contará con un sistema de agua contra incendios que forme un circuito alrededor del área de almacenamiento y de entrega/recepción de GLP.	---	Si bien el área de almacenamiento contará con un sistema de agua contra incendio que formará un circuito alrededor de esta, el área de entrega/recepción de gas l.p. estará protegida por el SCI del BTG, sin embargo, el área donde se ubica actualmente la línea de recepción (enterrada y superficial) no cuenta con un sistema de protección contra incendios.
¿El Sistema de Almacenamiento contará con una bomba para mantener presurizado todo el Sistema?	CUMPLE	El Sistema contará con una bomba de presurización (jockey), con capacidad de 1060 LPM y 5 HP.
¿La casa de bombas estará construida con materiales no combustibles y localizada en áreas libres de afectaciones ocasionadas por explosión, impacto, fuego, inundación, sismo, tormentas de viento, congelamiento y vandalismo, entre otras?	CUMPLE	El cuarto de máquinas del sistema contra incendios estará ubicado al Sur del área donde se encontrará el recipiente esférico a más de 15 m de la tangente vertical de dicho recipiente.
¿La capacidad del sistema será al menos igual a la cantidad de agua que se requiera para enfriar el tanque mayor al que se esté protegiendo más la cantidad requerida para enfriar los recipientes a presión adyacentes, más la capacidad de reserva para tres flujos de enfriamiento adicionales de 950 litros por minuto por un tiempo mínimo de cuatro horas?		La capacidad se ha calculado de manera que se cuente con la cantidad de agua que se requiera para enfriar el tanque (único) al que se esté protegiendo, más la capacidad de reserva para tres flujos de enfriamiento adicionales de 950 litros por minuto por un tiempo mínimo de cuatro horas.
¿Los tanques o cisternas para almacenar el agua contra incendios cumplen con las especificaciones señaladas en la Normatividad aplicable?	CUMPLE	Cumple de manera satisfactoria con la capacidad mínima de almacenamiento de agua. Dicho tanque será del tipo atmosférico, de techo fijo, con venteo y recubrimiento interno, en su caso. La localización del tanque de almacenamiento de agua contra incendios, será de tal forma que no esté expuesto al fuego ni en zona de riesgo donde pudiera afectarse su integridad.
¿El recipiente esférico estará protegido por sistemas de diluvio, hidrantes fijos o sistemas de aspersión de agua?	CUMPLE	El tanque se encontrará protegido mediante sistema de diluvio o sistema de aspersión de agua, cuatro monitores y un hidrante.

2.0 Diseño y Construcción de Sistemas de Almacenamiento		
Cuestionamiento	Grado de cumplimiento	Observaciones
¿Se tiene contemplada la instalación de sistemas de detección de atmósferas explosivas, incendios y de vapores de hidrocarburos?	CUMPLE	Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos. En las áreas de patín de medición, sistema de licuefacción y área de bombas e intercambiadores de calor, así como en el área de almacenamiento. Asimismo, en estas áreas se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo.
¿Se tienen contemplados en ubicaciones estratégicas (por ejemplo, bombas y estaciones de carga de GLP) extinguidores contra incendios de polvo químico seco?	CUMPLE	Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tendrán instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en lugares- estratégicos de la instalación.
¿Se tiene contemplado el aislamiento térmico para la protección contra incendios del recipiente esférico?	CUMPLE	Según el plano PCH-DG-MCE-001 Plano Mecánico Constructivo Esfera está contemplado y será del tipo y espesor apropiados a la temperatura indicada e instalado por otros.
¿Se tiene contemplada la protección contra incendio de los soportes estructurales?	CUMPLE	Según el plano PCH-DG-MCE-001 Plano Mecánico Constructivo Esfera está contemplada.
1.10.Sistemas de Control.		
El Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. deberá contar con un Sistema de Control Distribuido (SCD) que permita una operación adecuada y supervisada mediante el empleo de equipo de cómputo y la automatización de secuencias operativas con lo que se incremente sustancialmente el nivel de seguridad.	---	El SCD está considerado en el proyecto, sin embargo, aún no se cuenta aún con la información técnica de este.
1.11.Sistema de Paro de Emergencia. (PDE)		
Los sistemas de trasiego de GLP desde/hacia buque-tanques, semirremolques, auto-tanques o carro-tanques deben contar con un sistema PDE que: Pueda ser activado manualmente y pare los componentes del sistema de trasiego de GLP o vapor en la secuencia adecuada.	CUMPLE	El proyecto tiene contemplado el PDE.
En el sistema de carga y descarga de auto-tanques, carro-tanques, semirremolques y buque-tanques, se deben incluir válvulas de corte para emergencia y éstas deben incorporar los siguientes medios de cierre: a) Corte/apagado manual en la ubicación de la instalación. b) Activación manual desde un punto que sea accesible durante una emergencia.	CUMPLE	En el patín de medición se consideran válvulas de corte, las cuales se activarán de acuerdo al procedimiento de descarga.
Las válvulas de corte de emergencia o las válvulas de retención de contraflujo deben instalarse en las tuberías fijas, de forma tal que cualquier ruptura que resulte de un tirón ocurra en el lado de la conexión de la manguera o de la tubería giratoria (tipo swivel), mientras que las válvulas y las tuberías del lado de la conexión del sistema de almacenamiento permanezcan intactas.	---	El diseño se considera una válvula de cierre de acción remota.
Si el suministro o producto va a ser transportado por líneas de tuberías, se deben proveer válvulas de bloqueo y válvulas de retención ubicadas en los límites del sistema de almacenamiento. Si las válvulas de bloqueo se operan manualmente, éstas deben ser accesibles durante una emergencia.	---	La línea de descarga (segmento submarino de tubería rígida) cuenta con una válvula de no retroceso y válvula de cierre rápido, asimismo la manguera cuenta con válvula de cierre rápido.
1.12.Sistema Eléctrico.		
Las instalaciones eléctricas y el equipo deben cumplir con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización), o con aquella que la sustituya.	---	Los cálculos de la memoria técnico descriptiva del proyecto eléctrico fueron basados en la NOM-001-SEDE-2018. Deberá obtener el Dictamen Técnico emitido por la UV en materia de instalaciones eléctricas

3. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE PELIGRO Y PELIGROS POTENCIALES.

FACTORES DE PELIGRO.

Los peligros en una instalación dependen de varios factores, los cuales no pueden aplicarse de forma general, aún para establecimientos pertenecientes a la misma rama o sector productivo.

Las características propias de la instalación (diseño y construcción), así como por las operaciones que se desarrollan en ésta permiten identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

Para identificar los peligros de éstas se consideraran los siguientes factores:

a) Características físico – químicas del GLP.

Propiedades químicas.

El **GLP** es un gas inflamable y se clasifica con un grado de riesgo por inflamabilidad muy alto (4) – por lo que cuenta con el potencial para formar mezclas explosivas, con el aire o el oxígeno, además de sustancias oxidantes como el cloro, flúor y óxido nitroso. El GLP al mezclarse con el aire y oxígeno resultan explosivas al ubicarse dentro del rango de explosividad:

Límite Superior de Inflamabilidad o de Explosividad (LSE)	9.3 %
Límite Inferior de Inflamabilidad o de Explosividad (LIE)	1.8 %

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



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

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

Asimismo dicha mezcla se puede encender con una energía de ignición relativamente baja.

Propiedades físicas.

En fase gas – a presión atmosférica –, el GLP es significativamente más pesado que el aire, lo cual implica que éste fluye hacia abajo desplazando el aire por encima de éste, acumulándose éste en espacios cerrados o que pudiesen generar un confinamiento del mismo. Y en el caso de que no existiese una ventilación adecuada, la acumulación del GLP persistiría por varias horas.

El GLP es incoloro y casi inodoro, por lo cual se le adiciona un odorante, que en este caso es el Etil-mercaptano (0.0017 – 0.0028% en peso); perteneciendo a la familia química de los hidrocarburos derivados del petróleo; básicamente su nombre químico corresponde a la mezcla propano– butano.

Su peso por litro, del mercaptano; es de 0.813 kg y su olor como se ha mencionado es tan fuerte; que solo es necesario adicionar 500 g de este en un volumen de 37 850 litros de GLP para así brindarle ese aroma tan característico – como actualmente se le reconoce – del gas, y sobre todo con el fin de que la presencia de este no pase inadvertida.

Siendo el porcentaje de la concentración del mercaptano en la mezcla de GLP tan pequeño, que este no es lo suficiente como para modificar las propiedades de la mezcla original, salvo se debe tener especial cuidado en que nunca exceda a la quinta parte del nivel inferior de combustibilidad, a su vez el mercaptano no produce alteraciones en el poder combustible del GLP.

De acuerdo a la Hoja de Datos de Seguridad de **PEMEX**, la densidad promedio del GLP es:

Densidad de los vapores (aire = 1) a 15.5 °C es 2.01 veces más pesado que el aire.

Densidad del líquido (agua = 1) a 15.5 °C es de 0.540 g/mL.

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que si se vierte el gas sobre el agua, éste flotará sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto $\frac{1}{2}$ veces tan denso como el aire y no se dispersa tan fácilmente.

Además es importante señalar que, al igual que con otras sustancias, la densidad del GLP tiene una fuerte dependencia de la temperatura, más allá de los cambios que pudieran provocar el cambio en la presión a la cual se encuentra sometido.

Dependiendo de la composición del GLP, se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El GLP, no es tóxico, pero en altas concentraciones puede causar asfixia, debido a que desplaza el aire. En concentraciones muy elevadas, y cuando se ha mezclado con el aire, el vapor de GLP resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el

oxígeno disponible; éste (el GLP) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende la disminución de la temperatura.

b) Cantidad de GLP almacenada.

En la instalación se tendrá instalado un recipiente esférico con capacidad de 40,000 barriles equivalente a 6360 m³ (3, 720,918 kg), con un nivel máximo del llenado del 85%. Dicha capacidad rebasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.

c) Condiciones de operación.

Las características del proceso que se desarrolla son también un factor importante a considerar. Cuando en una instalación se lleva a cabo operaciones donde el control de las variables puede ser determinante para impedir o minimizar el peligro, es necesario considerar cuidadosamente éstas. Un proceso se puede considerar peligroso si existen dentro de sus operaciones las siguientes características:

- Altas temperaturas.
- Bajas o altas presiones.
- Fugas (presencia de sustancias inflamables y/o tóxicas en el ambiente).
- Deficiencias en el diseño, construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones.

Si bien el almacenamiento del gas l.p. en la planta será del tipo refrigerado, en este Sistema se consideran condiciones de operación de temperatura que van desde los -20° C hasta los 8°C y de presión desde los 2.0 kg/cm² hasta los 12.5 kg/cm², esto dependiendo la etapa del proceso operativo.

d) Características de equipos e instalaciones así como su mantenimiento.

El tipo de características, así como los criterios de diseño para la selección del equipo a emplearse en el trasiego de GLP puede representar peligros por su mal funcionamiento o posible falla del mismo. Entre los equipos considerados riesgosos se encuentran:

- Válvula de cierre rápido bridada (extremo de la manguera)
- Línea de recepción (manguera y tubería submarina/enterrada/superficial)
- Patín de regulación y medición.
- Líneas de conducción de gas l.p.
- Recipiente de almacenamiento (esfera).
- Bombas de trasiego (tres en total).
- Intercambiadores de calor (Condensador-recibidor y calentadores)

Asimismo, debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, decadencias, etc.) a las que estarán expuestas diferentes partes de la instalación por su uso y por la acción de los factores internos (mantenimiento preventivo, correctivo, etc.) y externos (factores ambientales), se pueden producir averías que originarían condiciones inseguras. Por eso es evidente que el mantenimiento eficaz contribuirá a la seguridad de la *instalación*, por lo que la organización deberá llevar a cabo un Programa de Mantenimiento Preventivo, donde se efectúan inspecciones periódicas de todos los elementos de la misma (con frecuencias mínimas o ajustadas a los análisis estadísticos de averías), con el fin de que

la reparación o sustitución de aquellos elementos que ya no se encuentran en condiciones para seguir operando, se genere antes de que la avería se declare o genere mayor inconveniente.

e) Otras condiciones.

Existe una diversidad de factores que pueden hacer que los riesgos de una instalación sean mayores o menores, o de lo contrario potencializar sus posibles efectos. Entre estos factores se encuentran los sistemas y equipos de seguridad empleados, las características del entorno (medio físico, natural y social) y la capacidad de respuesta del personal que laborará en la planta, la cual no solo está en función de la capacidad de reacción de estos, sino de igual manera se condiciona por la capacitación que estos reciban a través del entrenamiento y/o los simulacros.

PELIGROS POTENCIALES.

Como resultado de varios años de sistematizar información sobre accidentes, se ha encontrado que después del aceite crudo de petróleo, el gas l.p es la sustancia que más frecuentemente se encuentra relacionada en accidentes en fuentes fijas (ACQUIM, 2000).

Dado que el gas l.p. es un petrolífero explosivo e inflamable, los riesgos asociados a su manejo están constituidos por las fugas que se podrían presentar en los equipos, tuberías, y recipientes, en los cuáles se conduce, almacena y distribuye; estos riesgos implican que se cumpla de manera estricta con los estándares de calidad señalados por la normatividad vigente, en la materia, para evitar posibles afectaciones a la población, el ambiente y las propiedades.

La peligrosidad de las mezclas atmosféricas que tienen propano, butano, gas natural, gases L.P. (propano, butano y sus mezclas), etc., se clasifican como grupo D por su peligrosidad de acuerdo con el párrafo 500-2 del Código Nacional Eléctrico Norteamericano. Los gases licuados del petróleo, o sea, los que están formados por propano, butano, etc., mezclas de ellos, forman mezclas atmosféricas que son aproximadamente de una y medio dos veces más pesadas que el aire. La presión de vapor absoluta de estos gases, es mayor de 2.81 kg/cm² (40 lb/plg²) a 38°C (100°F). Cuando se liberan a la atmosfera, cambian su estado físico de líquido a la fase gaseosa, generando grandes volúmenes de gas, que a su vez forman mezclas altamente inflamables.

Si dicha liberación ocurre cerca o al nivel del piso, sus vapores pesados pueden extenderse sobre el piso a distancias considerables si no existen corrientes de aire que ayuden a su difusión. En cambio si el escape ocurre a cierta distancia sobre el piso, o se dirige hacia arriba con cierta velocidad, la difusión será más rápida y la distancia horizontal a la que pueden extenderse resultara menor.

Las emisiones accidentales de gas l.p. propuestas en el presente estudio se consideraron como escapes instantáneos formando una bocanada ("Puff") y/o escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho ("Plume"), o bien, escapes continuos dependiendo del tiempo, lo anterior en función de las condiciones en las que se lleve a cabo la fuga.

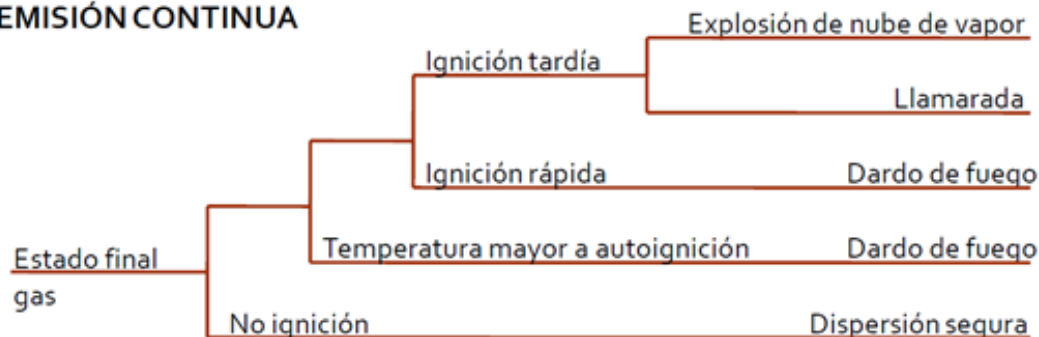
Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

Asimismo, dependiendo de la procedencia de la fuga se tiene la:

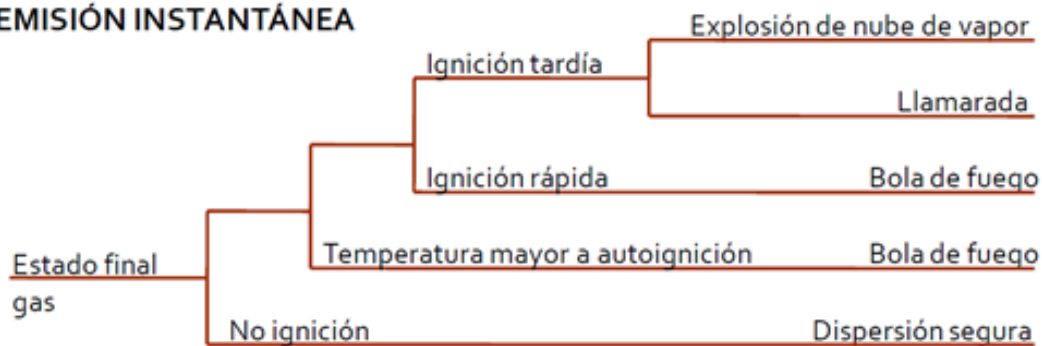
1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.
2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

Por lo que en función del tipo de emisión ante la presencia de una fuente de ignición ya sea rápida o tardía se pueden desarrollar fenómenos distintos, tal y como se muestra a continuación:

EMISIÓN CONTINUA



EMISIÓN INSTANTÁNEA



Una explosión puede ocasionar ondas expansivas y la generación de proyectiles que pueden causar la muerte o lesiones a los individuos que se encuentre ubicados dentro del radio de afectación, ocasionar daño estructural a las construcciones por el colapsamiento de muros, ventanas y estructuras de soporte. Efectos similares, aunque en algunos casos con mayores áreas de afectación, son el resultado de la explosión de nubes de gases o vapores combustibles, liberadas por la ruptura de contenedores o de ductos (INE (a), 2001).

Una explosión de GLP se puede presentar por lo siguiente:

- Por fuga y/o escape súbito e ignición inmediata.
- Por la formación de una nube explosiva.
- Por la generación de una BLEVE (*boiling liquid expanding vapour explosion*). Es decir una explosión del tanque de almacenamiento por sobrecalentamiento y/o un accidente de proporciones mayores.

Una nube explosiva o nube de vapor no confinada se forma por la acumulación de GLP proveniente de una instalación en la cual existe una fuga en una determinada área, que al entrar en contacto con el aire, se mezcla formando la *UVCE (unconfined vapour cloud explosion)*, la cual bajo condiciones adecuadas (dentro de los límites inferior y superior de inflamabilidad) y si encuentra una fuente de ignición la nube detona, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y como ondas de sobrepresión.

Las causas para la formación de una nube explosiva, en el **sistema** son las siguientes:

- Fuga por acoplamiento deficiente entre la válvula de descarga del buque tanque y la manguera.
- Fugas en bridas o fallas en tuberías, ya sea por falta de mantenimiento o falla de o los equipos, accesorios, instrumentos o válvulas instaladas.
- Fuga en los aditamentos de la esfera por presión o llenado excesivo.
- Apertura de la válvula de relevo de presión a un valor menor al establecido.
- Fuga en la o las válvulas por mal funcionamiento o deterioro de estas.
- Ruptura de la tubería del *sistema de trasiego* por colisión.

Por otro lado, el fenómeno de BLEVE se genera cuando un recipiente que contiene un gas o líquido – en este caso GLP – a alta presión, si se sobrecalienta éste y origina que la sustancia se evapore o se expanda causando una sobrepresión interna, la cual puede ocasionar la ruptura violenta del mismo, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y sobrepresión. Este tipo de eventualidad es un caso especial de estallido de un recipiente sujeto a presión, en el que ocurre un escape tan repentino a la atmósfera del gas sobrecalentado.

La característica principal de la BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen hasta 200 veces más; la causa de este accidente normalmente es debida a un incendio externo que envuelve al recipiente, debilitando sus paredes y produciendo a su vez una fisura o la ruptura del mismo.

Aunque es muy difícil que se presente este fenómeno son las siguientes:

- Sobrecalentamiento del recipiente de almacenamiento.

- Incendio de origen externo que afecte a las instalaciones y en particular al recipiente de almacenamiento.
- No tomar las precauciones adecuadas al efectuar algún mantenimiento.

Es importante considerar que debido al cambio masivo de fase (de líquido a vapor), provoca la explosión del depósito puesto que se supera la resistencia mecánica del mismo; cuyas consecuencias son devastadoras puesto que se genera una onda de sobrepresión, la cual se acompaña de la proyección de las partes que integran el tanque, asimismo si el líquido contenido es inflamable, se produce la ignición dando origen a la bola de fuego que se expandiría a medida que arde la masa de vapor.

Los incendios son otro tipo de accidentes que se puede llegar a suscitar, y que están asociados al manejo de una sustancia con propiedades inflamables como lo es el GLP; pudiendo desatarse los siguientes eventos, derivado la fuga o derrame de éste.

En el caso de los incendios, estos pueden provocar quemaduras de diverso grado de severidad dependiendo de la exposición a radiaciones térmicas, cuya magnitud depende de la intensidad del calor radiado y del tiempo de duración de la exposición. La muerte de los individuos expuestos a un incendio puede producirse no solo por la exposición a la radiación térmica, sino por la disminución de oxígeno en la atmósfera (ocasionado por el consumo de éste durante el proceso de oxidación del combustible) o por la exposición a gases tóxicos generados (INE (a), 2001).

Incendio tipo *dardo de fuego*.

Este tipo de accidente, está relacionado tanto en las tuberías del sistema de trasiego como en los depósitos para el almacenamiento de GLP (recipientes transportables y recipientes presurizados), en donde se genera la aparición de una pequeña fisura en las paredes, cuya consecuencia es la descarga del contenido formando un chorro a presión.

Si la fuga entrase en contacto con una fuente de ignición, el resultado será la formación de un incendio en forma de *chorro*, o conocido también como dardo de fuego o *Jet Fire*. Los efectos más nocivos y esperados, serían los derivados por la radiación térmica en el entorno del dardo.

Llamarada o incendio de una nube inflamable.

Proveniente de la presencia de un material inflamable en la atmósfera, se produce cuando dentro de los límites de inflamabilidad del material se encuentra un punto de ignición provocando el encendido (combustión) de dicho material. El incendio provocado tiene una duración muy corta. Se conoce que dentro de las distancias determinadas por los límites de inflamabilidad, supone un 100 % de letalidad debido al contacto directo con las llamas. Al estar en función de las condiciones del entorno puede llegar a inflamarse en zonas donde se encuentren los valores de interés, de manera que la distancia desde el punto de escape hasta otro que llegue al 50% del LII será considerada como criterio para la máxima distancia de letalidad.

Bola de fuego.

En tanto que el escape de una mezcla turbulenta de líquido y gas que se expande rápidamente en el aire, como una nube de vapor, puede dar lugar a una bola de fuego con posibilidad de inflamarse al encontrar una fuente de ignición, ocasionando quemaduras graves e incluso la muerte a los individuos ubicados inclusive a cientos de metros del sitio donde se encuentre el depósito dañado (INE (a), 2001). Un ejemplo de este tipo de eventos es el ocurrido en San Juan Ixhuatepec, México, el 19 de noviembre de 1984

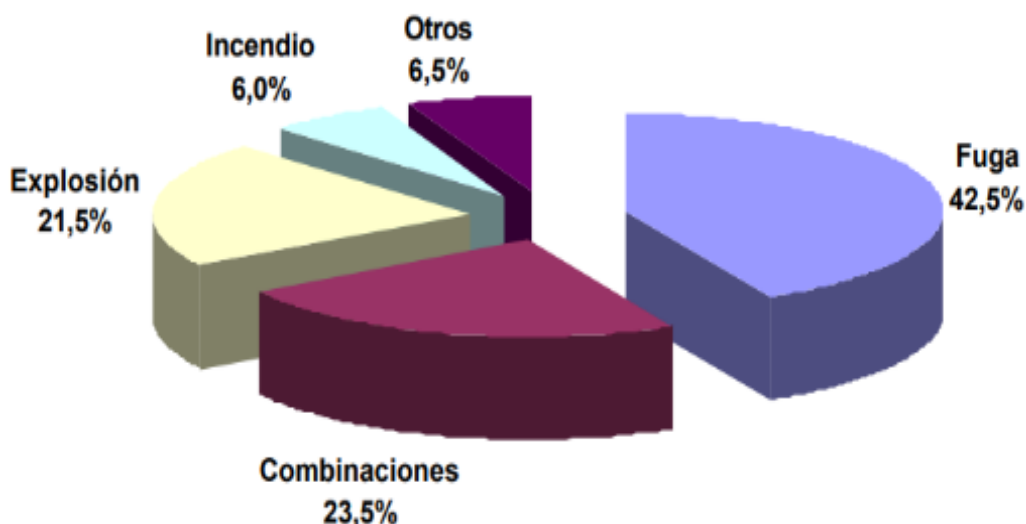
Este tipo de accidente, es el resultado de la mezcla de vapor con aire (particularmente con el oxígeno disponible en éste), y al entrar esta mezcla en contacto con una fuente de ignición. La bola de fuego se caracteriza por la formación de dos zonas, la primera de ellas es interna y está constituida en su totalidad por combustible, mientras que la segunda zona es el producto de la mezcla del vapor con aire; que es donde ocurre la ignición.

Básicamente es la inflamación inmediata no diferida de una nube de gas (vapor) que se ha situado rápidamente en un espacio abierto, y como la capacidad de flotación se incrementa por el calor contenido en el gas, la nube incendiada tiende a elevarse, extenderse y tomar la forma esférica tan característica, que le otorga dicho nombre.

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas l.p, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias.

Un registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte. Estos sistemas computacionales han sido elaborados en el Área de Riesgos Químicos de CENAPRED -SEGOB. Los accidentes que involucran gas LP en México afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos.

De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se encuentran distribuidos de la siguiente manera:



Más del 40% está representada por fugas seguida por explosiones con 21.5%.

4. RECONOCIMIENTO Y VALORACIÓN DE LOS DAÑOS PROBABLES POR FENÓMENOS DE TIPO GEOLÓGICO, HIDROMETEOROLÓGICO, QUÍMICO TECNOLÓGICO, SANITARIO-ECOLÓGICO Y SOCIO-ORGANIZATIVOS.

Para registrar la ubicación geográfica del proyecto y conocer su compatibilidad con los instrumentos de planeación ambiental que aplican en el área donde éste se pretende llevar a cabo el proyecto se recurrió a Sistemas de Información Geográfica, tales como:

Sistema de Información geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGIEA), puesto a disposición por parte de SEMARNAT, Espacio y Datos de México, Mapa Digital y Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) de la página de INEGI, Atlas Nacional de Riesgo CENAPRED, con la finalidad de complementar la información recabada en campo.

La zona de estudio se encuentra localizada al Norte de la ciudad de La Paz y abarca una superficie terrestre de San Juan Nepomuceno y una porción marina de la Bahía de Pichilingue, el tipo de clima es clasificado como muy árido, cálido, BW(h')w, según la clasificación de Köppen modificada por E. García. Temperatura media anual mayor de 22°C, y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Las lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual ver (Figura I.1.4.2.4.1.)

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Mapa digital INEGI. Unidades climáticas, INEGI. 2017.

La información climatológica se obtuvo de las Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica (00003074) La Paz (DGE), siendo la más cercana al área del proyecto, con ubicación en 24°08'05" Latitud Norte y 110°20'10" Longitud Oeste y Altura 16.0 msnm. En la siguiente (Tabla I.1.4.2.4.1.) se presentan los

registros de temperatura para un periodo comprendido entre 1981-2010, la temperatura media anual registrada es de 24.1°C, una temperatura máxima normal de 31.3°C y mínima normal de 16.9°C.

Tabla I.1.4.2.4.1. Temperatura (°C) para el periodo de 1981-2010.

MESES												
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máx. normal	24.1	25.6	28.1	31.3	34.3	36.5	37.3	37.0	35.3	33.1	28.8	24.7
Máx. mensual	27.5	28.2	31.1	34.6	37.2	39.0	39.6	39.8	38.3	35.9	31.4	27.3
Máx. diaria	35.2	37.4	38.2	41.0	41.0	43.0	42.6	42.5	41.0	40.0	38.5	33.1
Media normal	17.5	18.5	20.1	22.7	25.2	27.7	30.2	30.7	29.6	26.5	22.2	18.6
Mín. normal	10.8	11.3	12.1	14.2	16.0	18.9	23.0	24.4	23.8	19.9	15.7	12.6
Mín. mensual	7.6	7.1	8.9	11.3	13.3	16.3	20.1	22.1	21.6	16.3	10.8	10.0
Mín. diaria	3.5	3.0	4.0	5.0	8.5	10.0	15.4	16.0	16.5	10.0	7.0	4.5

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Normales climatológicas, Estación meteorológica 00003074. La Paz (DGE).

El régimen de precipitación anual para la zona de estudio es de 183.6 mm, los meses con mayor precipitación son de agosto a octubre, como se indica en la (Tabla I.1.4.2.4.2.).

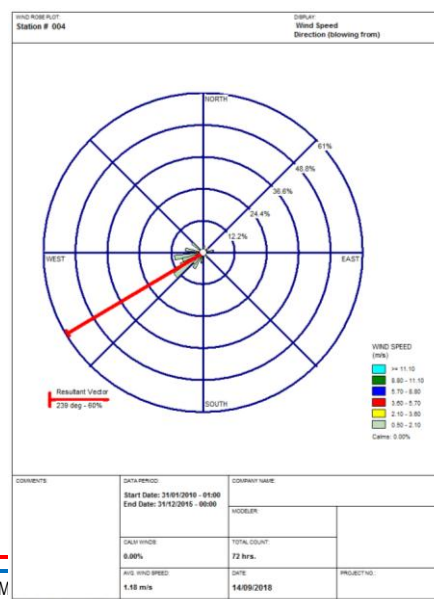
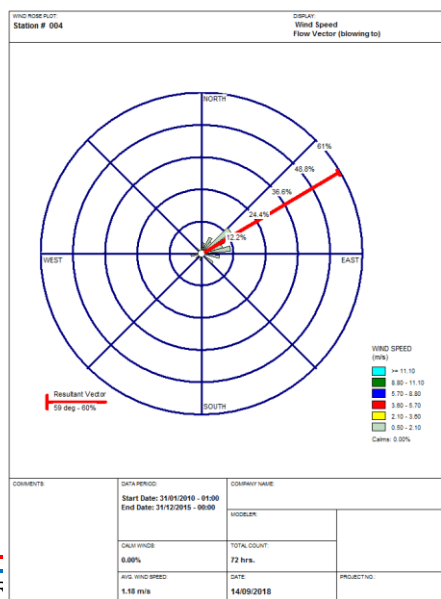
Tabla I.1.4.2.4.2. Régimen de precipitación pluvial para el Sistema Ambiental, periodo 1981-2010.

MESES												
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación normal	15.4	5.7	1.7	0.5	0.2	0.6	18.2	41.8	66.5	10.6	8.2	14.2
Máx. Mensual	85.2	67.2	20.7	11.7	3.5	6.0	85.7	216.8	220.0	102.3	57.0	66.9
Máx. Diaria	42.0	53.2	15.0	6.2	3.5	6.0	46.0	98.4	136.0	35.0	37.0	56.0

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Estación meteorológica 00003074. La Paz (DGE).

En cuanto a los vientos dominantes se tiene que el viento dominante proviene del NE durante los meses de enero a marzo y de octubre a diciembre, con una frecuencia de cerca del 60% y una velocidad promedio de 2 a 4 m/s. Otro grupo de vientos dominantes provienen del S y SW con una frecuencia de aproximadamente 20% respectivamente, originados entre los meses de abril a septiembre y una velocidad promedio de 2 a 4 m/s.

Los vientos dominantes en primavera provienen del Oeste y Sur; en verano del Sur y Suroeste; en otoño del Noroeste; y en invierno del Norte y Noroeste, con una velocidad del viento promedio de 1.56 m/s oscilando entre 2 m/s en invierno y de 4 m/s en verano, los vientos más fuertes se presentan en invierno que anteceden del Suroeste y preceden del Noroeste.



- **Amenazas.**

Son las fuentes de peligro asociadas a un fenómeno que puede manifestarse en un sitio específico y durante un período de tiempo determinado, produciendo efectos adversos sobre la salud humana, sus bienes y al medio ambiente. Se consideran como los tipos de amenaza más comunes los siguientes ejemplos: terremoto, sismos, erupción volcánica, tormenta o huracán, inundación repentina, inestabilidad del suelo, avalancha, incendios.

En términos matemáticos la amenaza está expresada como la probabilidad de ocurrencia de eventos para diferentes sitios, dependiendo de registros de información de eventos ocurridos en el pasado durante un período significativo.

- **Evaluación de la amenaza.**

Los puntajes de la amenaza se consideran teniendo en cuenta la capacidad destructora de cada evento, su efecto sobre la salud de la población y su probabilidad de ocurrencia en áreas dónde se encuentra la población objeto del análisis.

- **Identificación de amenazas.**

Para prever y disminuir algunos de los riesgos de origen natural o humanos, a los cuales la población está o puede estar expuesta, el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) se ha dado a la tarea de identificar y documentar, los riesgos que amenazan a la población del municipio y el país. Los datos se documentan de acuerdo a los lineamientos establecidos en el documento: Bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil, en el cuál se establece el tratamiento específico de cada grupo de fenómenos naturales destructivos, de acuerdo a su clasificándolos de acuerdo a su origen, siendo estos: Geológicos, hidrometeoro lógicos, químico-tecnológicos, sanitario- ecológicos y socio-organizativos.

Con base en la información obtenida del CENAPRED y del Atlas de Riesgo del municipio de la Paz, BCS., lugar donde se pretende desarrollar el proyecto, destacan los siguientes aspectos:

En la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación, el oleaje en esta zona es baja y no tiene variabilidad estacional, se cuenta con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado que no pueden entrar al canal de La Paz. Presenta una profundidad de 5 m en ambos lados, incrementando en medio hasta 8.4 y 9.8 m, hacia la bahía.

Niveles de marea

Alta (4 a 7m)

Baja (< 4m)

Aguas tranquilas

Régimen de marea

Temporada

Febrero y abril

Julio y septiembre

Verano

Semidiurno a diurno

En cuanto a la batimetría, la Bahía de Pichilingue, presenta profundidades muy variables, es un cuerpo de agua somero y de pendiente suave, con una profundidad que oscila entre 0 y 50 m.

- **Fenómenos Hidrometeorológicos.**

Los fenómenos hidrometeorológicos corresponden a aquellos generados por la presencia de eventos atmosféricos de gran potencial energético y por la presencia de humedad en el ambiente, en el municipio de La Paz la temporada donde se presentan este tipo de fenómenos inicia en la primera quincena del mes de mayo cuando empiezan a aumentar las temperaturas y la precipitación pluvial, y finaliza a principios de Noviembre, siendo los meses de Agosto, Septiembre y Octubre cuando se registran más eventos.

En la siguiente (Tabla I.1.4.2.4.3.) se presentan algunos parámetros climatológicos presentes en el municipio y que acompañan los fenómenos hidrometeorológicos:

Tabla I.1.4.2.4.3. Parámetros climatológicos presentes en el área del sistema ambiental.

Parámetros	M E S E S												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Evaporación total	95.6	119.5	155.3	185.6	202.1	212.4	216.1	192.9	169.2	154.6	111.7	90.0	1,905.0
# de días con lluvia	2.1	1.2	0.4	0.2	0.1	0.2	2.3	4.3	4.5	1.2	1.0	1.5	19.0
Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormenta eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.7	0.1	0.1	0.0	

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Estación meteorológica 00003074. La Paz (DGE).

- *Eventos ciclónicos (Huracanes, tormentas y depresiones tropicales).*

La zona costera presenta una vulnerabilidad variable al impacto de diversos fenómenos naturales, principalmente huracanes e inundaciones. Lo anterior debido a las características climáticas, geomorfológicas y tectónicas del país, y localmente, debido a factores asociados al estado de la vegetación y a la fisiografía del litoral.

De acuerdo con los registros históricos del Sistema Meteorológico Nacional, entre el periodo 1970 a 2012 se han registrado 21 eventos, de los cuales 18 fueron huracanes moderados categorías I-II y 3 huracanes intensos categoría IV. A continuación se muestran los últimos fenómenos suscitados entre los años 2000 a 2012 ver (Tabla I.1.4.2.4.4.).

Tabla I.1.4.2.4.4. Ciclones tropicales que impactaron al municipio de La Paz

Año	Nombre	Categoría en impacto	Vientos máximos (Km/h)
2000	Miriam	TT	65
2001	Juliette	H1 DT	120
2003	Ignacio	H2	165
2003	Marty	H2	160
2004	Javier	DT	55
2005	Otis	H2	165
2006	John	H2	210-175
2007	Henriette	H1	155-130
2008	Norbet	H2	205-165
2008	Lowell	DT	65-45
2008	Julio	TT	90-75
2009	Jimena	H2	205-165
2009	Patricia	TT	110-95
2009	Olaf	TT	95-75
2010	Georgette	TT	85-65
2012	Paul	H1	185

TT: Tormenta Tropical; DT: Depresión Tropical; H1: Huracán tipo I, H2: Huracán tipo II.

De acuerdo al Atlas de Riesgo del municipio de la Paz, BCS., el área donde pretende ubicarse el proyecto presenta una alta probabilidad de ocurrencia de ciclones tropicales ver (Figura I.1.4.2.4.2.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura I.1.4.2.4.2. Peligro muy alto por presencia de ciclones tropicales.
Fuente: CENAPRED, 2017.

- *Sequía*

Debido a las altas temperaturas que se presentan en el municipio, aunado a las bajas precipitaciones, se generan las condiciones para presentarse sequías, este fenómeno representa un peligro alto, el cual corresponde al 63.68% del municipio, los meses más críticos para el área son los correspondientes a la temporada de estiaje (Atlas de Riesgo y Peligros Naturales del Municipio de La Paz, BCS, 2012) ver (Figura I.1.4.2.4.3.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: CENAPRED 2017.

- *Ondas cálidas (Temperaturas máximas extremas)*

El área del municipio presenta un peligro muy alto de presencia de ondas cálidas. El incremento de temperatura unido al incremento en la humedad en el ambiente, eleva la vulnerabilidad en la población, llegando a temperaturas mayores de 35°C (CENAPRED, 2017) ver (Figura I.1.4.2.4.4.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: CENAPRED, 2017.

- *Inundaciones*

El área del proyecto se encuentra dentro de una zona de riesgo bajo por inundaciones, sin embargo dicho riesgo se ve incrementado durante la temporada de ciclones, las zonas más vulnerables son los litorales costeros del municipio, donde se ubica el área del proyecto debido a su proximidad a la costa en el Pacífico produce que los indicadores de vulnerabilidad sean variables ver (Figura I.1.4.2.4.5.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: CENAPRED, 2017.

- *Presencia de tsunamis.*

Cuando al ascenso y descenso diario del nivel del mar, producto de la marea ordinaria se combina con ciclones donde la fuerza del viento incrementa el nivel medio del mar, donde se pueden presentar olas de 3 a 4 metros, sin embargo dicho riesgo se ve incrementado durante la temporada de ciclones, debido a la fuerza del viento entre 39 y 50 km/h se podrían presentar olas de 3 a 4 metros de altura suficientes para cubrir la zona costera. Sin embargo cuando el ciclón se ha alejado, el nivel del mar se ve disminuido, restableciéndose las condiciones normales del océano ver (Figura I.1.4.2.4.6.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: CENAPRED, 2017.

- **Riesgos geológicos.**
 - *Sismos*

Para conocer el grado de peligro sísmico en la zona de estudio, se recurrió a la Regionalización Sísmica de México, dicha regionalización se divide en cuatro zonas:

- Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se ha registrado ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos, y su ocurrencia es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

El municipio de La Paz donde se ubica el área del proyecto se caracteriza por ser un lugar con alta frecuencia sísmica, de acuerdo a la vulnerabilidad del municipio por su cercanía a la región de las principales fallas: El Saltito, El Carrizal y San Juan de los Planes ver (Figura I.1.4.2.4.7.).

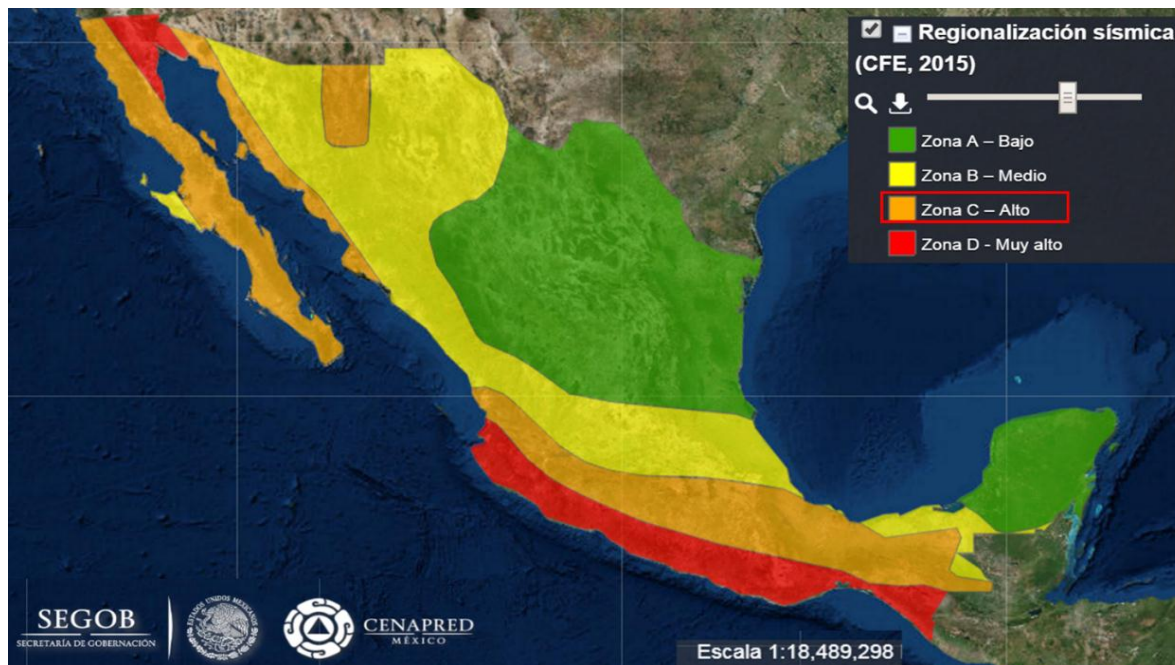


Figura I.1.4.2.4.7. Riesgo de sismicidad presente en el área del proyecto.

Fuente: CENAPRED, 2017.

- *Fallas*

Cercano al área del proyecto se ubican fallas del tipo B presentes en el área Noroeste de México corresponden al Sistema de Fallas del Margen Extensional, este sistema de fallas se localiza entre las ciudades La Paz y Cabo San Lucas en Baja California Sur. Las fallas que componen este sistema son: El Saltito, El Carrizal, San Juan de los Planes, La Gata y San José de los Cabos.

En general este sistema de fallas comprenden fallas normales con rumbo Norte-Sur y Nornoroeste-Sursureste, con el bloque de piso al Este y escalonamiento izquierdo, estas fallas tienen bajas tasas de deslizamiento (<1 mm/año), sin embargo controlan la topografía de la parte Sur de la península de Baja California (Fletcher & Munguia, 2000).

- *Licuefacción de suelos.*

La licuefacción de suelos es un fenómeno geológico derivado de dos factores importantes: la actividad sísmica y el tipo de suelo. De acuerdo al análisis del área de estudio, esta se ubica en una zona de intensidad sísmica alta, en tanto que el tipo de suelo identificado en el área del proyecto es de tipo fluvisol y leptosol, suelos cuya composición granulométrica es más equilibrada, es decir, que no presentan un solo tipo de suelo, mientras que los suelos donde se presenta un tipo de suelo, ya sea sólo arena o arcilla, presenta menos equilibrio y menos resistencia a los movimientos sísmicos, razón por la cual la ruptura del suelo es inminente.

Muchos de los casos de licuación han sido reportados en literatura, los cuales constituyen un acervo muy valioso en un estudio preliminar del fenómeno. En México, los problemas de licuación se han encontrado en los estados de Michoacán, Chiapas, Veracruz y Colima. Se ha observado que en un sitio donde ha ocurrido la licuación, si las condiciones del subsuelo y del agua subterránea no cambian, el problema puede volver a presentarse (Youd, 1984). En consecuencia, en los sitios en los que tienen antecedentes de licuación, la probabilidad de una nueva ocurrencia es alta.

El siguiente mapa (Figura I.1.4.2.4.8.) muestra la distribución geográfica, a nivel nacional, de la licuefacción de suelos.

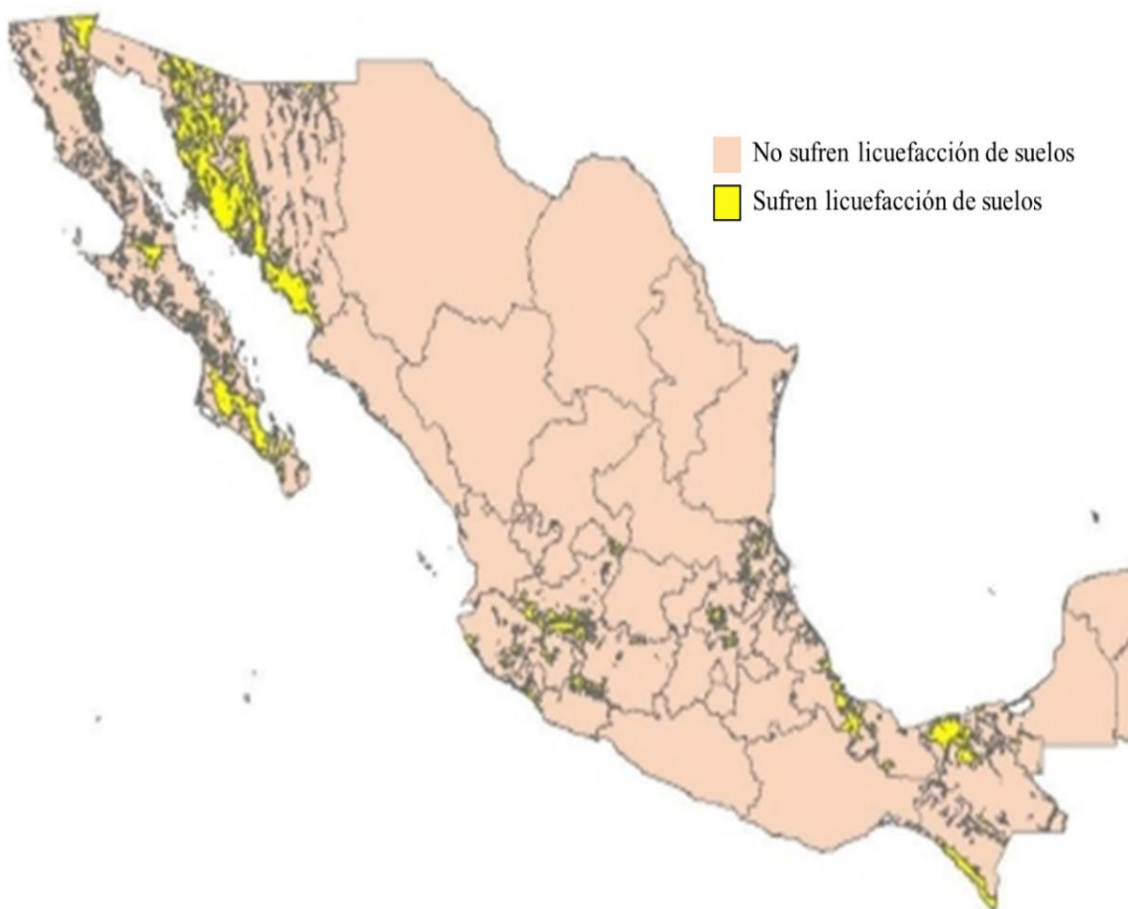


Figura I.1.4.2.4.8. Mapa de licuación de suelos de la República Mexicana.

Por lo que la susceptibilidad del fenómeno de licuefacción de suelos en el sitio del proyecto, en su caso; no aplica para la bahía de Pichilingue.

Con base en información extraída de las siguientes fuentes: base nacional de datos en línea denominada “Atlas Nacional de Riesgos”, editado por el Subsistema de información sobre riesgos, peligros y vulnerabilidad del CENAPRED; Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, publicado por el CENAPRED en conjunto con el Sistema Nacional de Protección Civil y la Secretaría de Gobernación; se ha elaborado una tabla donde se presenta el tipo de riesgos a los que se encuentra sometida el área geográfica donde se pretende ubicar el proyecto.

Tipo de riesgo	No	Si	Observación
a) Riesgos de origen geológico.			
Terremotos/sismos.		X	El municipio de La Paz se caracteriza por ser un lugar con alta frecuencia sísmica , de acuerdo a la vulnerabilidad del municipio por su cercanía a la región de las principales fallas: El Saltito, El Carrizal y San Juan de los Planes. De acuerdo con la Regionalización Sísmica de México CFE 2015 el área del proyecto pertenece a la zona D, la cual se caracteriza por registrarse sismos no tan frecuentemente, o bien, porque en esta zona es afectada por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
Fallas, fracturas.		X	Cercano a la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubican fallas del tipo B presentes en el área Noroeste de México corresponden al Sistema de Fallas del Margen Extensional, este sistema de fallas se localiza entre las ciudades La Paz y Cabo San Lucas en Baja California Sur. Las fallas que componen este sistema son: El Saltito, El Carrizal, San Juan de los Planes, La Gata y San José de los Cabos. En general este sistema de fallas comprenden fallas normales con rumbo Norte-Sur y Nornoroeste-Sursureste, con el bloque de piso al Este y escalonamiento izquierdo, estas fallas tienen bajas tasas de deslizamiento (<1 mm/año), sin embargo controlan la topografía de la parte Sur de la península de Baja California (Fletcher & Munguia, 2000).
Riesgo por actividad volcánica.	X		---
Licuefacción.	X		La licuefacción de suelos es un fenómeno geológico derivado de dos factores importantes: la actividad sísmica y el tipo de suelo. De acuerdo al análisis del área de estudio, esta se ubica en una zona de intensidad sísmica alta, en tanto que el tipo de suelo identificado en el área del proyecto es de tipo fluvisol y leptosol, suelos cuya composición granulométrica es más equilibrada, es decir, que no presentan un solo tipo de suelo, mientras que los suelos donde se presenta un tipo de suelo, ya sea sólo arena o arcilla, presenta menos equilibrio y menos resistencia a los movimientos sísmicos, razón por la cual la ruptura del suelo es inminente. Por lo que la susceptibilidad del fenómeno de licuefacción de suelos en el sitio del proyecto, en su caso; no aplica para la bahía de Pichilingue.
Deslizamientos de terreno.	X		No se tiene reporte de deslizamientos de terreno en la zona.

Tipo de riesgo	No	Si	Observación
b) Riesgos de origen hidrometeorológico.			
Tsunamis.	X		Cuando al ascenso y descenso diario del nivel del mar, producto de la marea ordinaria se combina con ciclones donde la fuerza del viento incrementa el nivel medio del mar, donde se pueden presentar olas de 3 a 4 metros, sin embargo dicho riesgo se ve incrementado durante la temporada de ciclones, debido a la fuerza del viento entre 39 y 50 km/h se podrían presentar olas de 3 a 4 metros de altura suficientes para cubrir la zona costera. Sin embargo cuando el ciclón se ha alejado, el nivel del mar se ve disminuido, restableciéndose las condiciones normales del océano.
Incendios.	X		---
Inundación.		X	La zona de estudio se encuentra dentro de una zona de riesgo bajo por inundaciones, sin embargo dicho riesgo se ve incrementado durante la temporada de ciclones, las zonas más vulnerables son los litorales costeros del municipio, donde se ubica el área del proyecto debido a su proximidad a la costa en el Pacífico produce que los indicadores de vulnerabilidad sean variables.
Huracanes.		X	La zona costera presenta una vulnerabilidad variable al impacto de diversos fenómenos naturales, principalmente huracanes e inundaciones. Lo anterior debido a las características climáticas, geomorfológicas y tectónicas del país, y localmente, debido a factores asociados al estado de la vegetación y a la fisiografía del litoral.
Riesgo de sequía.		X	Debido a las altas temperaturas que se presentan en el municipio, aunado a las bajas precipitaciones, se generan las condiciones para presentarse sequías, este fenómeno representa un peligro alto, el cual corresponde al 63.68% del municipio, los meses más críticos para el área son los correspondientes a la temporada de estiaje (Atlas de Riesgo y Peligros Naturales del Municipio de La Paz, BCS, 2012).
Riesgo por ciclones tropicales.		X	Referente a fenómenos hidrometeorológicos destaca la Alta probabilidad de ocurrencia de ciclones tropicales . De acuerdo con los registros históricos del Sistema Meteorológico Nacional, entre el periodo 1970 a 2012 se han registrado 21 eventos, de los cuales 18 fueron huracanes moderados categorías I-II y 3 huracanes intensos categoría IV.
Riesgo por Altas Temperaturas.		X	El área del municipio presenta un peligro muy alto de presencia de ondas cálidas . El incremento de temperatura unido al incremento en la humedad en el ambiente, eleva la vulnerabilidad en la población, llegando a temperaturas mayores de 35°C (CENAPRED, 2017). Las temperaturas máximas extremas, ocasionan que las autoridades alerten a la población de los efectos de éste fenómeno en la salud de las personas, sobre todo en la población más vulnerable como los niños y ancianos.
Riesgo por tormentas eléctricas.	X		No se tienen reportes de daños ocasionados por tormentas eléctricas.

Tipo de riesgo	No	Si	Observación
c) Riesgos de origen socio-organizativo.			
Concentraciones masivas de población.	X		El área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro del recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue a 17 kilómetros de la ciudad de la Paz, por lo que la mayor afluencia poblacional se concentra en La Paz. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como "Espacio y Datos de México", "Inventario Nacional de Vivienda" y "Mapa Digital", las localidades más cercanas a la zona de interés son: Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro, ubicadas aproximadamente a 1.468, 1.985 y 1.772 km de la zona donde se pretende desarrollar el proyecto. Cabe destacar que la población total en cada una de estas localidades no rebasa las 6 personas.
Sabotaje y terrorismo		X	La planta esta categorizada como un sitio de posibles actos de sabotaje y terrorismo.
d) Riesgo de origen químico – tecnológico.			
Peligro por sustancias inflamables		X	De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias inflamables, BCS catalogada esta con un riesgo medio por gasolina 1,001 - 10,000 (41), no así por gas l.p. Cabe señalar que la Terminal de Almacenamiento y Distribución de Pemex Refinación se encuentra al Sureste de la zona del proyecto a más de 4.5 km.
Peligro por sustancias tóxicas		X	De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias tóxicas, BCS catalogada esta con un riesgo medio por ácido sulfúrico y cloro.
d) Riesgos de origen sanitario-ecológico.			
Contaminación del agua	X		En la bahía de Pichilingue se reporta una buena calidad de las aguas. No reportando toxicidad, o contaminación por coliformes o sólidos suspendidos.
Contaminación del suelo	X		---
Epidemias		X	Se reporta un riesgo alto en la zona por casos confirmados de Chikungunya.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que los principales peligros y amenazas lo constituyen los fenómenos de origen hidrometeorológico, principalmente las tormentas tropicales y huracanes, que azotan esporádicamente la región, estos ocasionan grandes desastres en el medio natural, la infraestructura y la población, por los fuertes vientos, las intensas precipitaciones y la acción del mar.

Asimismo, si bien, el municipio de La Paz se caracteriza por ser un lugar con **alta frecuencia sísmica**, debido a la cercanía con las principales fallas: El Saltito, El Carrizal y San Juan de los Planes, de acuerdo con la Regionalización Sísmica de México CFE 2015 el área del proyecto pertenece a la zona D, la cual se caracteriza por registrarse sismos no tan frecuentemente, o bien, porque en esta zona es afectada por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Por lo que para la ejecución del proyecto se considerarán los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por el lugar donde se encontrará localizada la instalación y que son los referentes a los cálculos de los elementos estructurales, como son cimentaciones, columnas, etc., donde se han considerado la susceptibilidad a los fenómenos naturales antes mencionados.

En este sentido la cimentación del recipiente esférico fue diseñada de conformidad con un estudio de mecánica de suelo. Para el cálculo de las reacciones que serán soportadas por la cimentación se considera que por las dimensiones de la esfera y ubicación del sitio serán las cargas sísmicas las que regirán el diseño. Así, las características del sismo de diseño fueron tomadas de la mecánica de suelos.

No existen datos en la literatura para determinar las fuerzas debidas al movimiento del líquido dentro de este tipo de tanque, ya que este no tiene ni forma prismática ni la superficie del líquido al aire libre. Lo que sucederá cuando la estructura sea afectada por un sismo es que el líquido se moverá dentro de la esfera y comenzará a desplazarse fuera de la fase de movimiento del tanque lo que provocará una reducción de los desplazamientos y por tanto de las fuerzas de inercia.

Para el cálculo de las fuerzas de inercia generadas por el sismo, se consideró la masa del líquido cerca del centroide del líquido cuando éste está en reposo con elementos tipo barra de gran rigidez y poco peso para distribuir la fuerza sobre toda la esfera.

Los materiales a utilizar serán los siguientes:

- El concreto de la cimentación será $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ (con impermeabilizante integral)
- El concreto en la plantilla será $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- El acero de refuerzo será $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Rellenos con materiales de banco (tepetate)

Por lo que de acuerdo a la memoria de cálculo estructural cimentación esfera ([MCE-PCH-CE-001](#)) se concluye que la estructura resistirá las solicitaciones a las que estará expuesta durante su vida útil sin exceder la capacidad de ningún elemento estructural ante las cargas últimas de diseño y sin rebasar las condiciones de servicio ante deformaciones y vibraciones en condiciones normales de operación. Lo anterior se cumplirá siempre y cuando se sigan los lineamientos establecidos en la memoria de cálculo y la estructura se use para el fin descrito.

Asimismo, se deberán realizar los análisis y pruebas correspondientes a las compactaciones, resistencias de concretos y aceros de refuerzo a fin de que el comportamiento de la estructura corresponda con lo establecido en la memoria de cálculo.

Finalmente, con el fin de generar los asentamientos elásticos en el suelo se recomienda llenar de agua hasta un 80% de su capacidad para que después de estos asentamientos se lleven a cabo las conexiones y evitar posibles fugas por deformación del fuego.

5. EVALUACIÓN DE PELIGROS POR MEDIO DEL MÉTODO CUALITATIVO HAZOP (ANÁLISIS DE PELIGROS Y OPERATIVIDAD)

Premisas, consideraciones y criterios aplicados para la selección de la metodología de identificación de peligros.

El proyecto que promueve la empresa “**Diesgas, S.A. de C.V.**” consiste en la construcción de un “Sistema de Almacenamiento de Gas L.P., mediante Planta de Suministro”, cuya actividad principal será el almacenamiento y suministro de gas l.p.

De acuerdo a los Lineamientos para el Análisis y Evaluación de Riesgos en Petróleos y Organismos subsidiarios COMERI 144 Rev.1 se recomienda un tipo de metodología en función al tipo de proyecto o actividad, tal y como se indica en la siguiente tabla:

TIPO DE PROYECTO O ACTIVIDAD		METODOLOGIA
Ductos	Nuevo	¿Qué pasa si? / Lista de Verificación o HazOP
	Libramientos Urbanos	¿Qué pasa si? / Lista de Verificación
Pozos e infraestructura	Nuevos	¿Qué pasa si? / Lista de Verificación (API Y ANSI B31)
Baterías e instalaciones para compresión y re - bombeo, etc.	Nuevas	¿Qué pasa si? / Lista de Verificación o HazOP
	Ampliaciones	¿Qué pasa si? / Lista de Verificación o HazOP. (De acuerdo al tipo de ampliación)
		¿Qué pasa si? / Lista de Verificación o HazOP
Terminales de almacenamiento	Nuevas	¿Qué pasa si? / Lista de Verificación o HazOP
	Ampliaciones	¿Qué pasa si? / Lista de Verificación o HazOP
Modificaciones en plantas de refinerías	Nuevas	HazOP o Lista de Verificación o árbol de eventos/HazOP
	Ampliaciones	Lista de Verificación/HazOP

Metodologías recomendadas por tipo de actividad. Ref. COMERI 144.Rev.1

Por lo que considerando el tipo de proyecto, la etapa en la que se encuentra (Diseño), al tipo de información disponible (Ingeniería Básica) y al conocimiento de las metodologías de análisis de riesgos, se seleccionó la metodología HazOp (HAZard OPerability), la cual está basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada. Por tanto, ya sea que se aplique en la etapa de diseño o en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar en todas las líneas y en todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, plantadas a través de palabras guías.

A su vez los escenarios de riesgo identificados se jerarquizaron conforme a las matrices de ponderación de frecuencia y consecuencia definidas en este estudio.

En este análisis, un grupo multidisciplinario de especialistas usó un enfoque sistemático, basado en la aplicación sucesiva de palabras guía a puntos o nodos de estudio, para proporcionar una estructura de razonamiento lógico facilitando la identificación de

posibles desviaciones en la intención de diseño del nodo de estudio, con el objeto de conocer sus causas, consecuencias y acciones requeridas para minimizar riesgos durante la operación.

El uso de la metodología de análisis cualitativo de riesgo HAZOP requiere de una fuente de información detallada referente al diseño y operación del proceso. Esta práctica es aplicable a todas las fases de vida de la planta, tanto para un diseño o tecnología nueva como para instalaciones ya existentes.

Esta técnica se desarrolla mediante 3 etapas principales:

Etapla 1: Preparación del estudio.

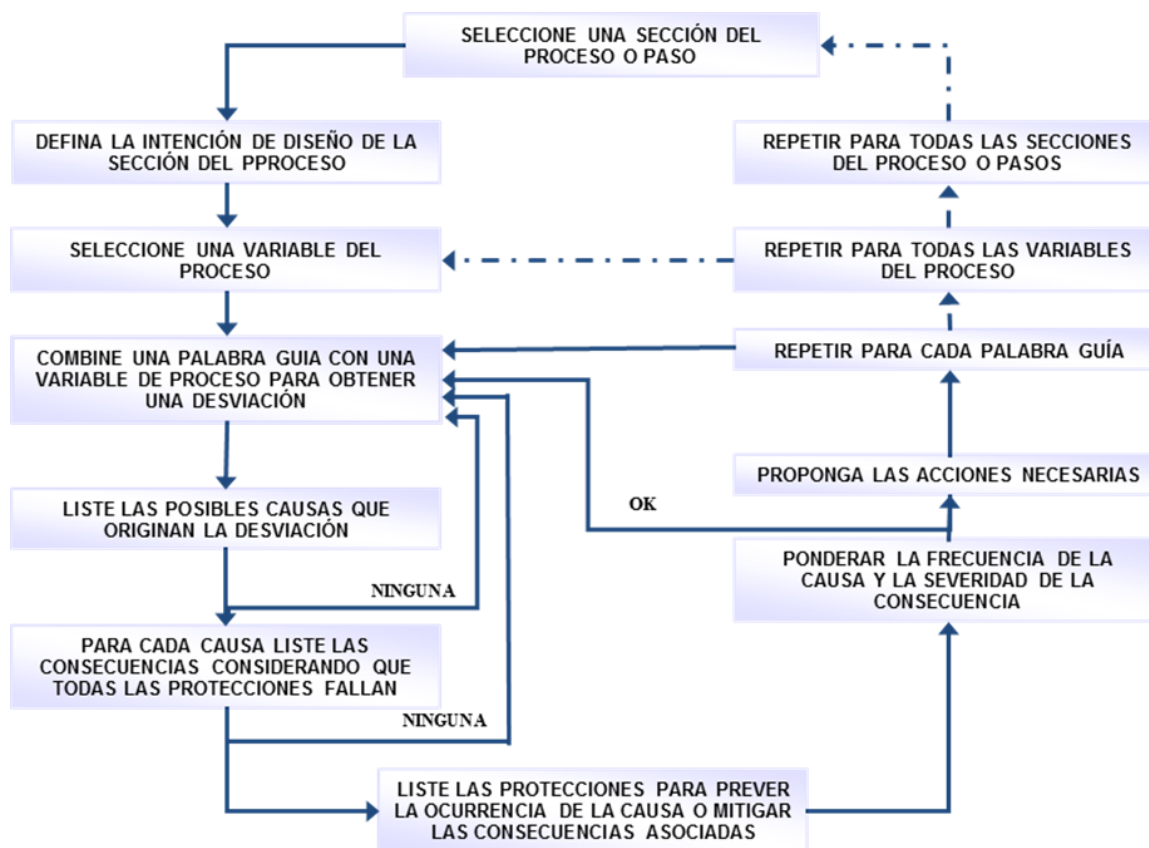
- a) Definir el propósito, objetivos y alcance del estudio de la manera más explícita posible.
- b) Definir de manera específica las consecuencias que serán consideradas (daños al personal, daños al medio ambiente, pérdidas económicas, o una combinación).
- c) Seleccionar a los miembros del equipo. El líder HAZOP debe asegurarse de la disponibilidad de un equipo de tamaño adecuado y experimentado.
- d) Recopilar información del proceso, tales como: Diagramas de Flujo de Proceso, Diagramas de Tubería e Instrumentación, Planos de localización General de Equipos, Instructivos de Operación, Manuales de fabricación de equipos, puntos de ajuste de instrumentos, filosofía operacional, etc. Cabe destacar que para el desarrollo del presente trabajo se cuenta con la Ingeniería Básica del proyecto.
- e) Procesar la información y planear el estudio. Los nodos o secciones de estudio deben definirse siguiendo el flujo de proceso y haciendo uso de los DTI's. Los líderes desarrollaran una lista preliminar de desviaciones y prepararan una hoja de trabajo para guardar las respuestas a las desviaciones de los miembros del equipo.
- f) Organizar las sesiones. Cada sección o nodo de estudio tomara un promedio de 30 a 60 minutos. Cada sesión debe durar al menos de 4 a 6 horas (de preferencia por la mañana).

Etapla 2: Desarrollo del estudio.

- a) Seleccionar puntos o nodos de estudio (líneas de proceso, recipientes y/o equipos de proceso, en líneas de transferencia siempre que cambie un parámetro) siguiendo el sentido de flujo del proceso y continuando con servicios auxiliares.
- b) Establecer la intención de diseño del equipo. Esta incluye una descripción del diseño y operación normal en cada nodo de estudio, así como, funciones de nodo, composiciones del proceso y rangos de valores numéricos de todos los parámetros de importancia. (Cabe mencionar que si la instalación está funcionando fuera de la capacidad de su intención de diseño, esto representa un riesgo potencial).
- c) Seleccionar la palabra guía combinada con un parámetro de proceso para definir la desviación en un nodo de estudio (escenario) y asignarle un número de identificación (revisar todas las palabras guía con cada parámetro y entonces, cambiar de parámetro).
- d) Listar las posibles causas que originan la desviación.

- e) Para cada causa liste las posibles consecuencias.
- f) Listar todas las protecciones existentes para prever la ocurrencia de la causa o mitigar las consecuencias asociadas.
- g) Considerar y recomendar las acciones necesarias para mitigar las causas.
- h) Por último, se pondera la frecuencia de la causa y la severidad de la consecuencia con el fin de jerarquizar el riesgo identificado.
- i) El riesgo identificado es representado dentro de una Matriz de Riesgo en la cual se definen regiones que abarcan diferentes periodos de tiempos. Estos tiempos son periodos en los cuales una acción correctiva debe ser tomada para cada escenario, ya sea un plan de acción, la definición de una solución o la asignación de un responsable para realizar una tarea específica que corrija o disminuya el valor de riesgo de dicho escenario.
- j) Se establece la siguiente desviación del nodo, hasta concluir con todas las combinaciones posibles.
- k) Analizar un nuevo nodo o punto de estudio.

El proceso de análisis se resume en la siguiente figura:



Etapa 3: Documentación de los resultados.

Los resultados de las reuniones de HAZOP se documentan en forma tabular considerando un formato estandarizado en donde se indica el nombre, el número de nodo, su intención de diseño y 5 columnas con los conceptos descritos anteriormente.

Para la realización del análisis HAZOP se integró un grupo multidisciplinario y que se lista a continuación. Las listas de asistencia con firmas se muestran en el **Anexo D**.

Nombre	Área
Ing. Irma Corona Arellano	Análisis de Riesgo
Ing. Elizabeth E. Galindo Monterrosas	Análisis de Riesgo
Ing. Yazmín Toxtle Salazar	Análisis de Riesgo
Ing. Ivonne Pintor Montalvo	Análisis de Riesgo
Ing. Ismael Esteban Romero Jiménez	Mecánico
Ing. Alejandro Castillo Villela	Proceso

Los nodos analizados fueron los siguientes:

No.	Nodo	Descripción	Intención de diseño
001	Línea de recepción	Desde la conexión de la válvula de descarga del BTG con la manguera de carga hasta conexión de la línea de recepción con el patín de medición.	Recibir el gas l.p. proveniente del buque y trasegar el gas l.p. desde el BTQ hasta la esfera
002	Patín de medición	Desde la entrada de la línea de descarga del BTG a la válvula de cierre de emergencia en la línea de llenado de la esfera.	Realizar la medición del gas l.p. para posteriormente almacenarlo en el recipiente esférico de almacenamiento.
003	Recipiente de almacenamiento (esfera)	Recipiente de almacenamiento (TH-1), (incluye línea de descarga de la válvula de seguridad).	Almacenar el gas l.p.
004	Sistema de relicuado	Desde la válvula de globo recta de la línea de vapor hasta la válvula de control en la entrada de la esfera.	Mantener la esfera en sus condiciones óptimas de operación a través de la licuefacción de vapores de gas l.p.
005	Bombas	Desde válvula de control en las líneas de GLP líquido y de retornos hasta la descarga de cada una de las bombas.	Conducir el gas l.p. líquido desde zona de almacenamiento (esfera) hasta intercambiadores de calor
006	Intercambiadores de calor	Desde la descarga de las bombas hasta la válvula de bola recta de la entrada del patín de medición de la planta de suministro.	Calentamiento del gas l.p. para entregarlo a las condiciones de operación requeridas por la planta de distribución.

Las hojas de trabajo resultantes del análisis HAZOP se presentan en el **Anexo D**.

JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

La jerarquización de riesgos tiene como objetivo ordenar los escenarios de peligro previamente identificados de mayor a menor riesgo, con la finalidad de optimizar la implementación de acciones para su control, eliminación o minimización de sus efectos.

Existen varias técnicas de jerarquización que conforme a la información disponible, se recomienda su utilización. Para este análisis de riesgos, se utilizó también la jerarquización de riesgos de acuerdo a los criterios establecidos en el documento COMERI 144 Rev. 2/ Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1. Utilizando la tabla de categorías de consecuencias de los eventos y la tabla de categoría de frecuencias de ocurrencia de los eventos para determinar el nivel de riesgo de cada escenario.

Las áreas en las que se jerarquizan los riesgos con este lineamiento son:

- a) Daños al Personal.
- b) Efecto en la Población.
- c) Impacto Ambiental.
- d) Pérdida de Producción.
- e) Daño a las Instalaciones.

A continuación se presentan las categorías de frecuencia, las categorías de consecuencias, así como sus correspondientes matrices de riesgo, que deben utilizarse para realizar los Análisis de Riesgos de Proceso en Petróleos Mexicanos y sus Organismos subsidiarios, se presentan a continuación (Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1).

Criterios de ponderación de frecuencias.

Clasificación	Categoría	Descripción de la frecuencia de ocurrencia	Frecuencia/año
F6	Muy frecuente	Ocorre una o más veces en un año.	>1.0 ($\geq 1 \times 10^E+00$)
F5	Frecuente	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años.	$>0.2 \text{ a } \leq 1.0$ ($> 2 \times 10^E-01 \text{ a } \leq 1 \times 10^E+00$)
F4	Poco Frecuente	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$>0.1 \text{ a } \leq 0.2$ ($> 1 \times 10^E-01 \text{ a } \leq 2 \times 10^E-01$)
F3	Raro	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	$>0.01 \text{ a } \leq 0.1$ ($> 1 \times 10^E-02 \text{ a } \leq 1 \times 10^E-01$)
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.	$>0.001 \text{ a } \leq 0.01$ ($> 1 \times 10^E-03 \text{ a } \leq 1 \times 10^E-02$)
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	$>0.0001 \text{ a } \leq 0.0001$ ($> 1 \times 10^E-04 \text{ a } \leq 1 \times 10^E-03$)

Criterios de ponderación de consecuencias.

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento (USD)	Daños a la instalación (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de las instalaciones. El control implica acciones mayores a 1 semana	>500,000.000	>500,000.000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50,000.000 a 500,000.000	>50,000.000 a 500,000.000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones eb hasta 24 horas	>5000.000 a 50,000.000	>5000.000 a 50,000.000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5,000.000	>500,000 a 5,000.000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

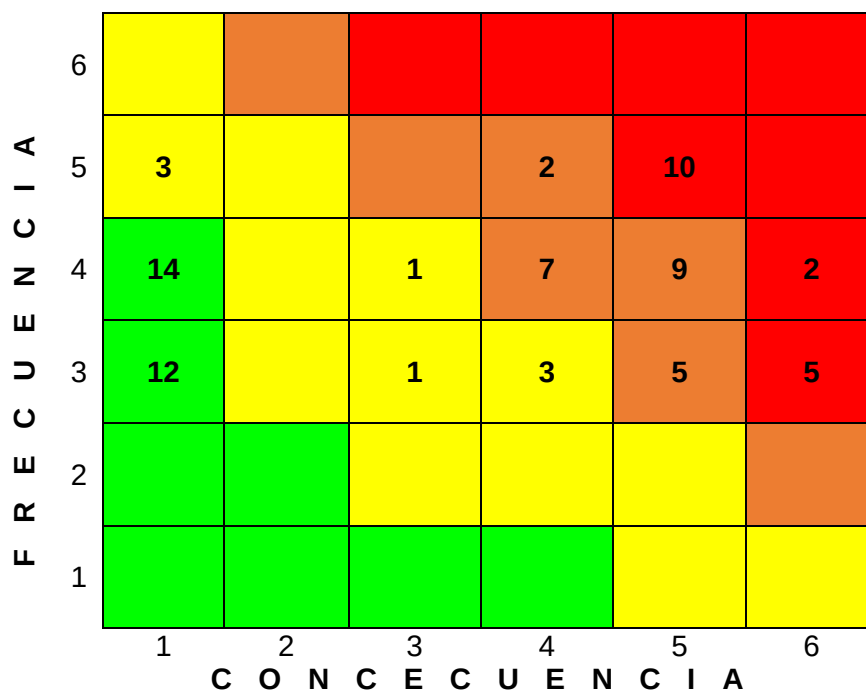
Criterios de aceptabilidad y tolerabilidad.

A	Riesgo No Tolerable (Tipo A): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C". En caso de identificar un Riesgo Tipo "A" , se debe emplazar a la instalación o equipo por un periodo de 7 días naturales , para lo cual la MACT debe presentar al área de ASIPA correspondiente su Programa de Acciones Correctivas y Preventivas temporales y permanentes para la reducción de riesgos a tipo "C" para ser sancionado. La conclusión de las acciones correctivas y preventivas " Temporales " no deben ser mayores a 30 días naturales y la de las acciones correctivas y preventivas " Permanentes " no deben ser mayores a 90 días naturales después de entregar sus Programas de Acciones. El plazo de 90 días puede incrementarse siempre y cuando la atención del programa de Acciones Correctivas y Preventivas " Permanentes " lo justifique y esté autorizado por la MACT responsable de la instalación.
B	Riesgo Indeseable (Tipo B): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D". En caso de identificar un Riesgo Tipo "B" , se debe emplazar a la instalación o equipos por un periodo de 15 días naturales para que la MACT debe presentar al área de ASIPA su Programa de Acciones Correctivas y Preventivas " Permanentes " para la reducción de los riesgos a tipo "C" o "D" para ser sancionado. La conclusión de las Acciones Correctivas y Preventivas permanentes no debe ser mayores a 180 días naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas Permanente. Si la solución requiere de un plazo mayor, se deben establecer Controles Temporales Inmediatos, las cuales deben atenderse en un plano no mayor a 30 días naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas y Preventivas permanentes. La atención de estos riesgos no se determina en función de un Análisis Costo Beneficio.
C	Región Aceptable con Controles (Tipo C): El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos, deben darse en un plano no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo "C" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. La prioridad de su atención para reducirlos a riesgos tipo "D", debe estar en función de un Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para Administrar los Riesgos Identificados.
D	Riesgo Tolerable (Tipo D): El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

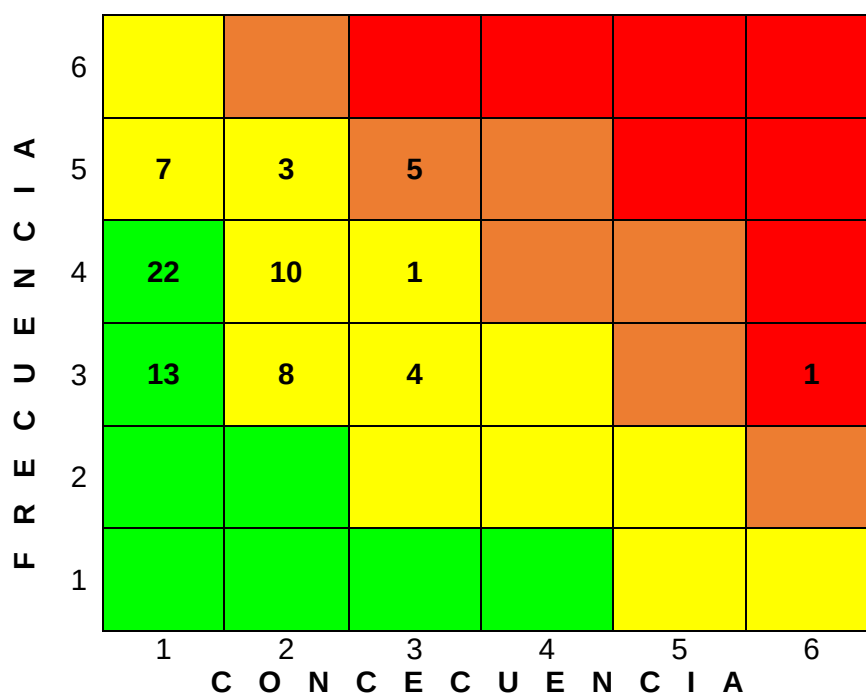
Relación de los Riesgos Analizados, Evaluados y Jerarquizados por Tipo.

A continuación se presentan las matrices de riesgo y la relación de los escenarios de riesgo por tipo, de acuerdo a su clasificación de riesgo.

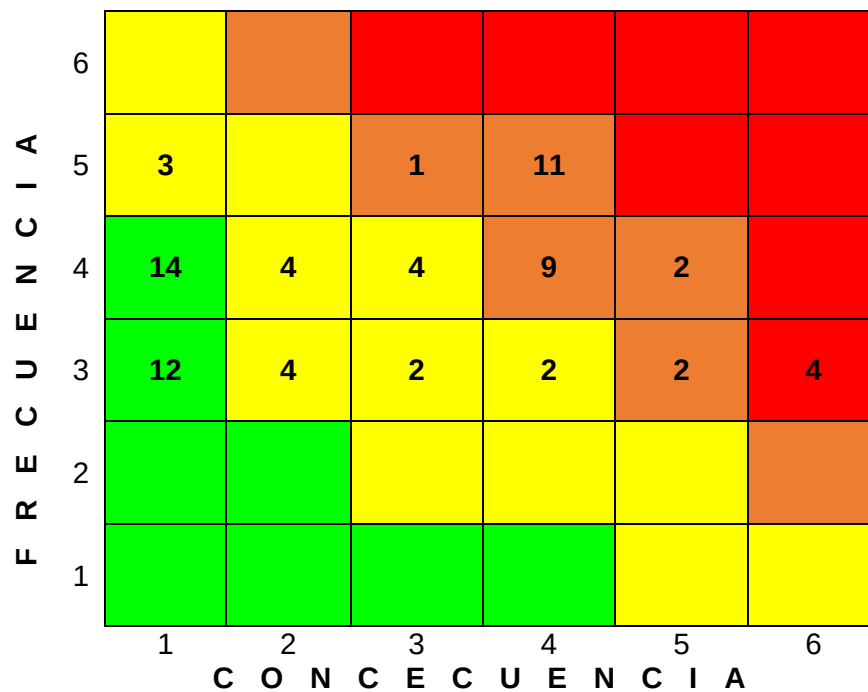
DAÑOS AL PERSONAL



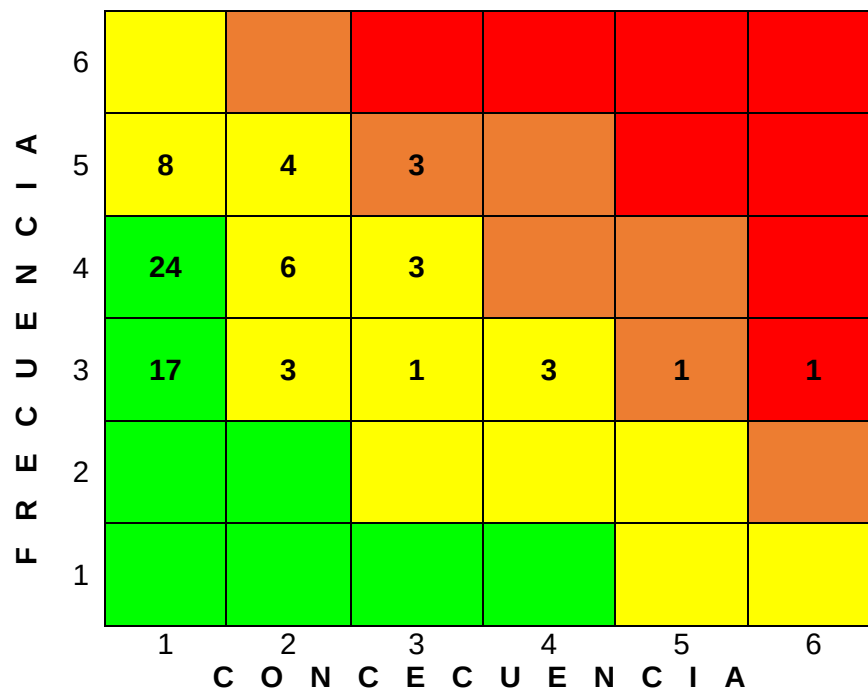
EFFECTO EN LA POBLACIÓN

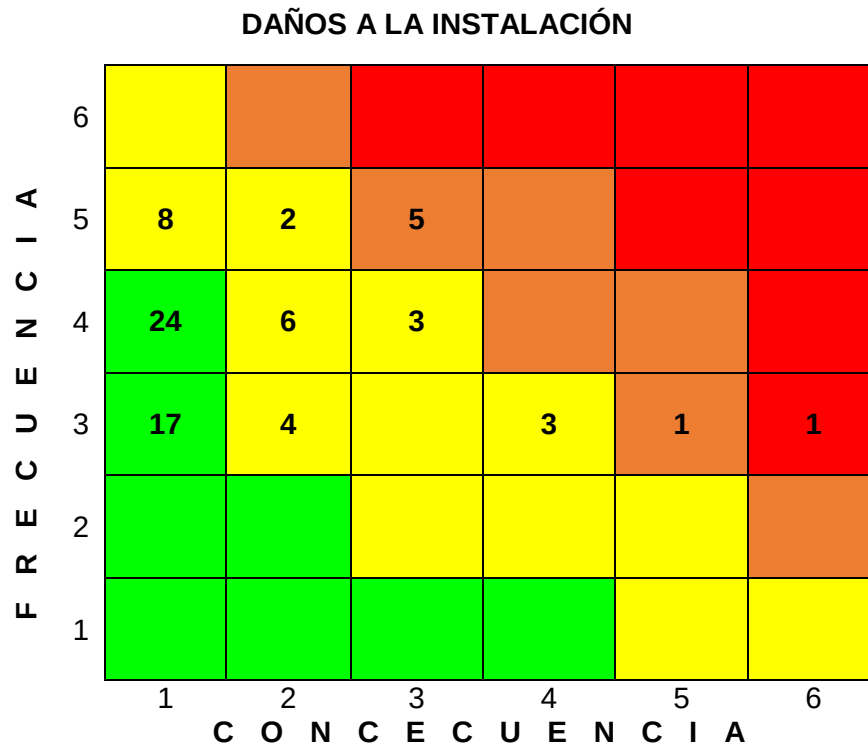


IMPACTO AMBIENTAL



PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN





Tipo A ■ Riesgo No Tolerable.

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes.

Tipo B  **Riesgo Indeseable.**

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes.

Tipo C  **Riesgo Aceptable pero con controles.**

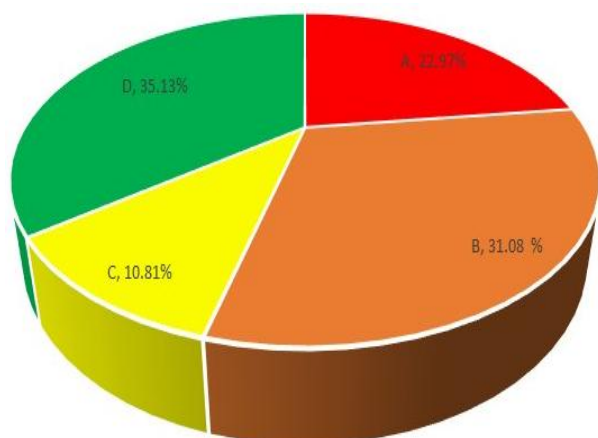
El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos.

Tipo D  **Riesgo Tolerable.**

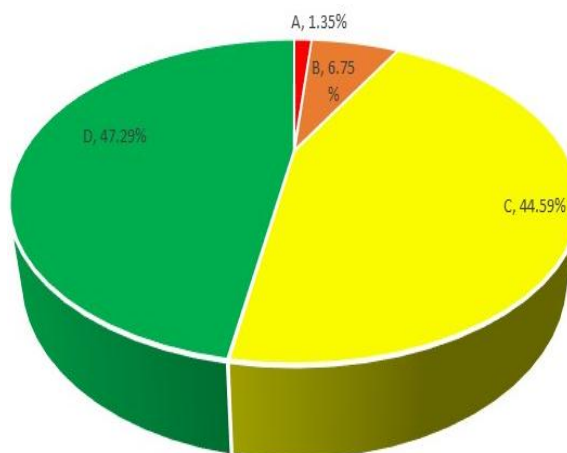
El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto.

De acuerdo con las matrices de riesgo se determina el porcentaje correspondiente a cada tipo de riesgo en las 5 áreas identificadas:

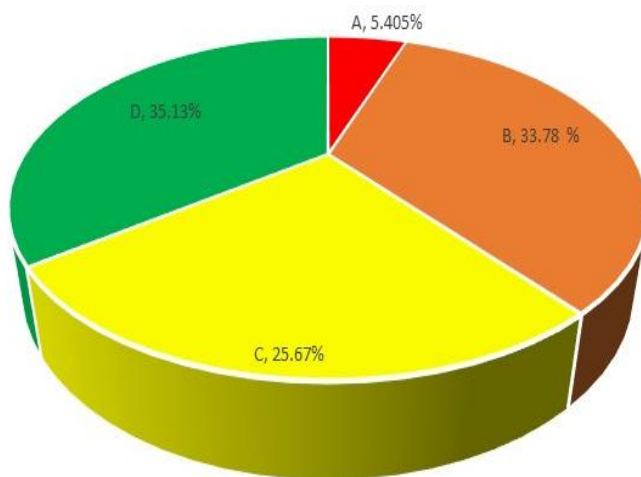
DAÑOS AL PERSONAL



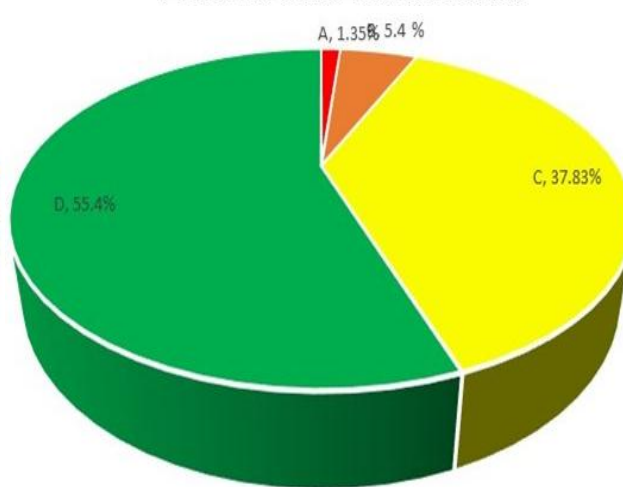
EFFECTOS EN LA POBLACIÓN



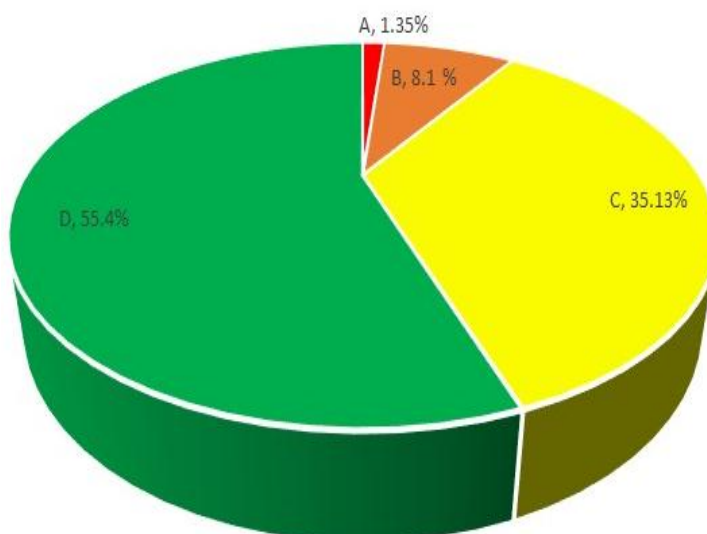
IMPACTO AMBIENTAL



PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN



DAÑO A LAS INSTALACIONES



RELACIÓN Y PONDERACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO IDENTIFICADOS MEDIANTE EL ANÁLISIS HAZOP.

No.	Descripción	Daños al personal			Efectos en la población			Impacto Ambiental			Pérdida de producción			Daño a las instalaciones		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN. DESCARGA DE GAS L.P. DEL BUQUE TANQUE GASERO																
1.1.1	Fuga de gas l.p. por la desconexión imprevista de la manguera de trasiego ante sobrepresión en el cabezal de descarga del BTG debido a que no se alinea la válvula de descarga del BTG.	3	6	A	3	2	C	3	5	B	3	3	C	3	2	C
1.1.2	Fuga de gas l.p. por la desconexión imprevista de la manguera de trasiego ante sobrepresión en el cabezal de descarga del BTG debido a que no se alinea la válvula de cierre rápido ubicada en la línea de recepción o bien, la válvula de globo recta ubicada en el patín de medición.	4	6	A	4	2	C	4	5	B	4	3	C	4	2	C
1.2.3	Fuga de GLP a través de un orificio formado en la línea de descarga del BTG o en la manguera marina.	4	5	B	4	2	C	4	4	B	4	3	C	4	3	C
1.3.1	Fuga de gas l.p. a través de una las bridas ubicadas en la línea de recepción debido a la sobrepresión en dicha línea por el incremento de la temperatura del gas ante la falla de los intercambiadores del BTG.	3	5	B	3	2	C	3	3	C	3	2	C	3	2	C
1.3.2	Fuga de gas l.p. a través de una las bridas ubicadas en la línea de recepción debido a la sobrepresión en dicha línea por incremento en la temperatura ambiente (onda cálida)	5	5	A	5	2	C	5	3	B	5	2	C	5	2	C
1.4.1	Fuga de gas l.p. a través de una las bridas ubicadas en la línea de recepción debido a la deformación de esta debido a oscilaciones térmicas causadas por falla en los intercambiadores del BTG.	3	4	C	3	2	C	3	2	C	3	1	D	3	1	D

No.	Descripción	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto Ambiental	Pérdida de producción	Daño a las instalaciones

		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
1.5.1	Fuga de gas l.p. a través de la brida de unión de la válvula de descarga – manguera causada por la sobrepresión de línea de recepción y la manguera debido a una presión más alta del BTG.	3	5	B	3	2	C	3	2	C	3	1	D	3	1	D
1.6.3	Fuga de gas l.p. debido a la desconexión de la manguera por mal acoplamiento.	4	6	A	4	2	C	4	5	B	4	3	C	4	3	C
1.7.3	Ruptura de la línea de descarga por falla en uniones bridadas a consecuencia de un sismo.	3	6	A	3	3	C	3	6	A	3	4	C	3	4	C
1.8.1	Fuga de gas l.p. a través de las uniones bridadas en la línea de recepción debido al flujo inverso ocasionado por el paro de las motobombas del BTG.	4	4	B	4	1	C	4	3	C	4	1	D	4	1	D
NODO 2: PATÍN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE GAS L.P.																
2.1.1	Desfogue de la válvula de relevo hidrostático ubicada en el patín de regulación y medición debido a una presión de descarga mayor del BTG.	3	5	B	3	2	C	3	2	C	3	2	C	3	2	C
2.1.2	Desfogue de la válvula de relevo hidrostático ubicada en el patín de regulación y medición debido la falta de alineación de las válvulas neumáticas a la entrada y salida del medidor de flujo.	4	5	B	4	2	C	4	2	C	4	2	C	4	2	C
2.1.3	Desfogue de la válvula de relevo hidrostático ubicada en el patín de regulación y medición debido al cierre parcial en la válvula de cierre de emergencia que se encuentra en la línea de llenado de la esfera.	4	5	B	4	2	C	4	2	C	4	2	C	4	2	C

No.	Descripción	Daños al personal			Efectos en la población			Impacto Ambiental			Pérdida de producción			Daño a las instalaciones		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
2.2.2	Fuga de gas l.p. a través de un orificio en la línea de descarga.	5	5	A	5	1	D	5	4	B	5	1	D	5	1	D
2.3.1	Fuga de gas l.p. a través de la unión bridada del medidor de flujo másico ubicado en el patín de regulación y medición debido al incremento de la presión y temperatura del gas l.p. ocasionado por la falta de protección térmica de la línea de	4	5	B	4	2	C	4	3	C	4	2	C	4	2	C
2.5.1	Fuga de gas l.p. a través de la unión bridada del medidor de flujo másico ubicado en el patín de regulación y medición causada por la sobrepresión debido a un flujo mayor de gas l.p. proveniente del BTG.	4	5	B	4	2	C	4	3	C	4	2	C	4	2	C
2.6.2	Fuga de gas l.p. a través de un orificio en la manguera de descarga del buque.	5	5	A	5	1	D	5	4	B	5	1	D	5	1	D
2.6.3	Fuga de gas l.p. a través de un orificio (formado por corrosión) en la línea de descarga.	5	5	A	5	1	D	5	4	B	5	1	D	5	1	D
2.7.2	Ruptura de la línea de descarga por falla en uniones bridadas a consecuencia de un sismo.	3	6	A	3	3	C	3	6	A	3	4	C	3	4	C
2.8.1	Fuga de gas l.p. a través de la unión bridada del medidor de flujo másico ubicado en el patín de regulación y medición causada debido al flujo inverso causado por el paro de las	3	3	C	3	2	C	3	2	D	3	1	D	3	1	D
NODO 3: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. EN RECIPIENTE ESFÉRICO.																
3.1.1	Desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico por presencia de no condensables.	4	5	B	4	3	C	4	4	B	4	2	C	4	3	C
3.1.2	Desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico debido al sobrellenado del recipiente.	5	5	A	5	3	B	5	4	B	5	2	C	5	3	B
3.1.3	Desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico debido a la falta de alineación en la válvula de control de llenado o algunas de las válvulas internas obstruidas.	5	5	A	5	3	B	5	4	B	5	2	C	5	3	B

No.	Descripción	Daños al personal			Efectos en la población			Impacto Ambiental			Pérdida de producción			Daño a las instalaciones		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
3.3.1	BLEVE del recipiente esférico a causa del incremento en la temperatura en el interior de la esfera con lo que se promueve el incremento de la presión en la fase vapor y el debilitamiento del material, esto debido a un incendio en los alrededores.	3	6	A	3	6	A	3	6	A	3	6	A	3	6	A
3.3.2	Desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico ante el incremento de la temperatura, lo que a su vez ocasiona el incremento de la presión interna de la esfera.	5	5	A	5	3	B	5	4	B	5	3	B	5	3	B
3.3.3	Desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico ante el incremento de la temperatura, causado por la falta de protección térmica en las tuberías de entrada y/o salida de la esfera.	5	5	A	5	3	B	5	4	B	5	3	B	5	3	B
3.4.1	Fuga de gas l.p. a través de una fisura en la pared de la esfera causada por el debilitamiento del material causado por una temperatura del gas l.p. menor a -15°C debido a una mala operación de descarga del BTG.	3	5	B	3	3	C	3	5	B	3	5	B	3	5	B
3.5.1	Desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico a causa del incremento de la presión interna del recipiente debido a un mayor nivel del líquido en la esfera provocado por un mal procedimiento en la descarga del BTG y lectura de instrumentos.	5	5	A	5	3	B	5	4	B	5	3	B	5	3	B

No.	Descripción	Daños al personal			Efectos en la población			Impacto Ambiental			Pérdida de producción			Daño a las instalaciones		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
NODO 4: SISTEMA DE RELICUADO. LICUEFACCIÓN DE VAPORES DE GAS L.P.																
4.1.1	Fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la línea de gas l.p. en fase vapor que entra al condensador-recibidor debido a la sobrepresión ejercida sobre este debido a una presión mayor en la esfera.	4	3	C	5	2	C	5	4	B	5	2	C	5	2	C
4.1.2	Fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la línea de gas l.p. en fase vapor que entra al condensador-recibidor debido a la falta de alineación en las válvulas de bola en la línea de succión del compresor.	4	3	C	4	2	C	4	4	B	4	2	C	4	2	C
4.2.1	Fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la línea de gas l.p. en fase vapor que entra al condensador-recibidor debido a la obstrucción de la tubería.	4	3	C	4	1	D	4	2	C	4	1	D	4	1	D
NODO 5: BOMBAS DE TRASIEGO DE GAS L.P.																
5.1.1	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños debido al calentamiento del motor debido a una mayor presión en la bomba por bloqueo durante la	4	4	B	4	1	D	4	4	B	4	1	D	4	1	D
5.1.2	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños debido al calentamiento del motor debido a una mayor presión en la bomba por el cierre de alguna de las válvulas de bola recta.	5	4	B	5	1	D	5	4	B	5	1	D	5	1	D
5.2.1	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños a causa del calentamiento del motor y cavitación de la bomba debido a una presión menor en la bomba a causa del taponamiento del filtro.	5	4	B	5	1	D	5	4	B	5	1	D	5	1	D
5.2.2	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños a causa del calentamiento del motor y cavitación de la bomba debido a una presión menor en la bomba provocada por el bloqueo de la válvula de succión.	4	4	B	4	1	D	4	4	B	4	1	D	4	1	D

No.	Descripción	Daños al personal			Efectos en la población			Impacto Ambiental			Pérdida de producción			Daño a las instalaciones		
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R
5.2.3	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños a causa del calentamiento del motor y cavitación de la bomba debido a una presión menor en la bomba causada por la falta de alineación de las válvulas de bola recta.	4	4	B	4	1	D	4	4	B	4	1	D	4	1	D
5.3.1	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños a causa del calentamiento del motor y cavitación de la bomba debido a gas acumulado en la tubería.	4	4	B	4	1	D	4	4	B	4	1	D	4	1	D
5.3.2.	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños a causa del calentamiento del motor y cavitación de la bomba debida a que el gas en la esfera se encuentra a una temperatura mayor.	3	4	C	3	1	D	3	4	C	3	1	D	3	1	D
5.5.1	Fuga de gas l.p. en accesorios, principalmente el filtro y válvulas de globo rectas. debido a un flujo de gas l.p. mayor procedente de la esfera con una presión mayor del gas l.p. a la salida de esta.	4	5	B	4	2	C	4	4	B	4	1	D	4	1	D
5.6.1	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba, el cual sufre daños a causa del calentamiento del motor y cavitación de la bomba debido a que se registra una presión menor a la salida de la esfera.	4	5	B	4	2	C	4	4	B	4	1	D	4	1	D
5.7.3	Ruptura de la línea de succión de las bombas por falla en uniones bridadas a consecuencia de un sismo.	3	6	A	3	3	C	3	6	A	3	4	C	3	4	C
NODO 6: INTERCAMBIADORES (CALENTADORES)																
6.1.1	Fuga de gas l.p. a través de instrumentos o en la línea de gas l.p. que entra al intercambiador de calor debido a que se tiene una presión mayor de descarga en las bombas de trasiego.	3	5	B	3	2	C	3	4	C	3	1	D	3	1	D
6.1.2	Fuga de gas l.p. en instrumentos o en la línea de gas l.p. que entra al intercambiador de calor debido a la falta de alineación en las válvulas de globo la salida de cada intercambiador de	5	5	A	5	2	C	5	4	B	5	1	D	5	1	D

1. Descripción de los escenarios de riesgo identificados.

Considerando los resultados de la jerarquización efectuada, se seleccionan los escenarios ubicados en la región de Riesgo No tolerable y ALARP, a fin de considerar las posibles afectaciones hacia el personal, población, medio ambiente e instalación en caso de existir una fuga y/o incendio en las instalaciones del sistema de almacenamiento y se realizará una Análisis de Consecuencias de dichos escenarios.

Clave del escenario	Tipo	Nombre del escenario	Referencia
ESC-001-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. por la desconexión imprevista de la manguera de trasiego durante la descarga de gas l.p.	Desv. del HAZOP 1.1.1, 1.1.2., 1.6.3
ESC-002-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través de un agujero formado en la manguera de recepción, esto ocurre durante la descarga de gas l.p.	Desv. del HAZOP 1.2.3., 2.6.2
ESC-003-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través de una las bridas ubicadas en la línea de recepción de gas l.p.	Desv. del HAZOP 1.3.1., 1.3.2., 1.4.1. 1.5.1, 1.8.1
ESC-004-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través de un orificio en la línea de recepción de gas l.p., el cual es ocasionado por la corrosión de la línea.	Desv. del HAZOP 2.2.2, 2.6.3
ESC-005-DIEGAS-18	Peor caso	Ruptura de la línea de descarga por fallas en uniones bridadas a consecuencia de un sismo. (Antes de la válvula de cierre rápido de 6")	Desv. del HAZOP 1.7.3, 2.7.2
ESC-006-DIEGAS-18	Caso más probable	Desfogue de una válvula de seguridad ubicada en el patín de medición ante una sobrepresión.	Desv. del HAZOP 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3
ESC-007-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través de la unión bridada del medidor de flujo másico ubicado en el patín de medición ante una sobrepresión.	Desv. del HAZOP 2.3.1, 2.5.1
ESC-008-DIEGAS-18	Caso más probable	Desfogue la válvula de seguridad del recipiente esférico.	Desv. del HAZOP 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.3.2, 3.3.3, 3.5.1
ESC-009-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través de un orificio formado en la pared de la esfera.	Desv. del HAZOP 3.4.1

Clave del escenario	Tipo	Nombre del escenario	Referencia
ESC-010-DIEGAS-18	Peor caso	BLEVE de la esfera.	Desv. del HAZOP 3.3.1
ESC-011-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la línea de gas l.p. fase vapor que entra al condensador – recibidor debido a obstrucción en la tubería.	Desv. del HAZOP 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1
ESC-012-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba	Desv. del HAZOP 5.1.1, 5.1.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.1, 5.3.2
ESC-013-DIEGAS-18	Peor caso	Ruptura de la línea de succión de las bombas.(Antes de la válvula de bola recta que precede al filtro de paso)	Desv. del HAZOP 5.7.3
ESC-014-DIEGAS-18	Caso más probable	Fuga de gas l.p. a través de instrumentos de la línea que entra al intercambiador de calor (calentador) por una presión de descarga mayor de las bombas de trasiego.	Desv. del HAZOP 6.1.1, 6.1.2

NOTA 1: Se considera que las fugas de gas l.p. encuentra una fuente de ignición con lo que existe la posibilidad de formar una llamarada, dardo de fuego y/o explosión, esto dependerá del tipo de emisión (Masiva o Continua)

NOTA 2: La hipótesis y descripción detallada de cada uno de los escenarios se podrá consultar en la Memoria de Cálculo de los Escenarios de Riesgo Identificados. Ver Anexo E.

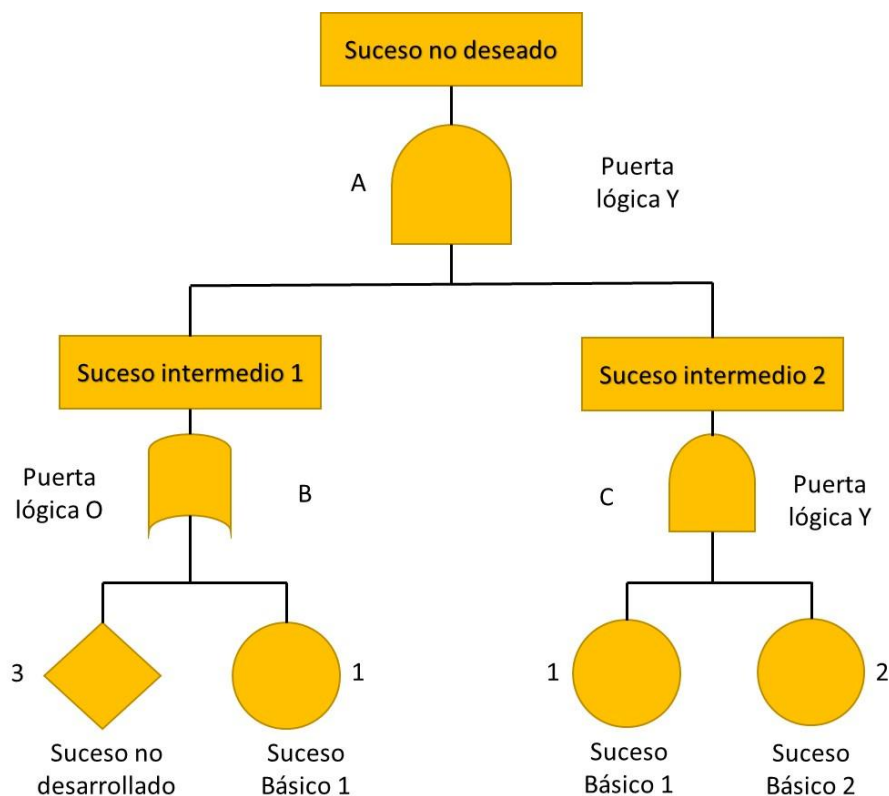
6. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS. ÁRBOL DE FALLAS. (FTA. *Fault Tree Analysis*)

El análisis detallado de frecuencias tiene como objetivo la estimación de la probabilidad o la frecuencia de algunas de las situaciones (consecuencias) no deseadas identificadas durante la evaluación cualitativa de riesgos. Esta estimación tiene a su vez el objetivo de evaluar la reducción de riesgos asociada con la implantación de las recomendaciones del equipo multidisciplinario.

El Árbol de Fallas, es una técnica deductiva que asume que un evento indeseado (evento tope y/o máximo) ha ocurrido y busca los elementos contribuyentes (eventos básicos), ya sean éstos fallas de equipo, errores humanos o eventos externos. En la aplicación de ésta técnica se construye un diagrama lógico (árbol de fallas) que utiliza símbolos de álgebra Booleana, donde las ramas del árbol de fallas representan combinaciones de eventos capaces de ocasionar un evento tope y/o máximo.

Este método de evaluación analiza diversos aspectos de riesgo y es capaz de evaluar su magnitud y su probabilidad, por lo que se considera un método de evaluación cualitativo y cuantitativo.

Como método cuantitativo el árbol de fallas nos permite evaluar la probabilidad de pérdida y compararla con la magnitud de la pérdida, acciones que por tradición se han venido haciendo intuitivamente en la industria, sin la cuantificación de las probabilidades, de tal manera que difícilmente se toma una decisión con el pleno conocimiento de falla.



Representación del árbol de fallas.

Construcción del árbol de fallas

El árbol de fallas es un diagrama lógico en el cual cada evento o condición se muestra como una consecuencia lógica de la combinación de otros eventos o condiciones.

Pueden existir tres tipos de falla las cuales son:

- Fallas primarias: Aquellas en las que el componente es incapaz de desempeñar su función de diseño y bajo condiciones normales de operación
- Fallas secundarias: Aquellas causadas por fuerzas o efectos ajenos al sistema
- Fallas de mando: Aquellas que ocurren cuando el componente falla por condiciones de proceso excesivas

Para obtener un árbol de fallas adecuado es necesario contar con un diagrama de flujo que muestre todos los equipos involucrados, líneas de flujo, conexiones de arranque y auxiliares, elementos primarios de instrumentación, etc.

Para elaborar un árbol de fallas se sigue un procedimiento inductivo: desde los sucesos capitales (SC) hasta los sucesos básicos, iniciadores o causales (SB).

Algunos de los símbolos usados en el desarrollo del árbol de fallas se muestran a continuación:

- **Evento Tope.** El símbolo usado para indicar eventos indeseados es un rectángulo.
- **Compuerta “O” y Compuerta “Y”.** Un símbolo para una compuerta “O” es usado para indicar que cualquiera de los sub eventos que sucedan, ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra. Un símbolo para una compuerta “Y” es usado para indicar que cuando todos los sub eventos ocurren simultáneamente, estos ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra.
- **Evento no desarrollado.** Las causas secundarias son puntos de paro escogidos porque no hay necesidad de información adicional y su símbolo es un diamante.
- **Evento externo.** El símbolo usado para indicar algo que “siempre” está ocurriendo o que “nunca ocurre” es una casa.
- **Evento condicionante.** Un ovalo es utilizado para indicar condiciones adicionales o situaciones que deben estar presentes en las compuertas a las cuales esta adherido, para permitir que el evento arriba de la compuerta ocurra.
- **Evento básico.** El símbolo usado para indicar una causa primaria o fundamental de un evento indeseado es un círculo.

La secuencia para la construcción del árbol de fallas es:

- Definir el evento máximo (falla del sistema de interés)
- Definir los límites y condiciones iniciales
- Definir la estructura del árbol
- Seguir el flujo de las fallas
- Hacer el árbol de fallas adecuado al propósito del estudio

Los pasos que anteceden al análisis cuantitativo en la aplicación de los árboles de falla son:

- Definir el sistema a ser analizado
- Construir el modelo lógico (árbol de fallas)
- Análisis cualitativo

Simbología de los Eventos Usados en la Construcción de Árboles de Fallas

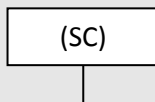
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación se definen las más usuales:

Relación causa – efecto: líneas _____

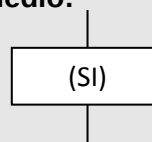
Sucesos:

- SC:** Suceso capital, de cabecera o complejo.
SI: Suceso intermedio.
SB: Suceso básico iniciador, causal o sencillo.
SND: Suceso no desarrollado porque no hay información o porque no se considera necesario. Se procesa como un SB.
SN: Suceso normal (condiciones operativas normales de diseño) o externo. Se procesa como un SB.

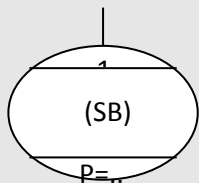
Suceso capital:



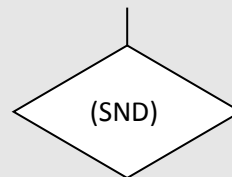
Suceso intermedio:



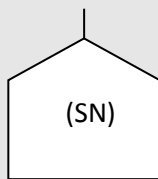
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

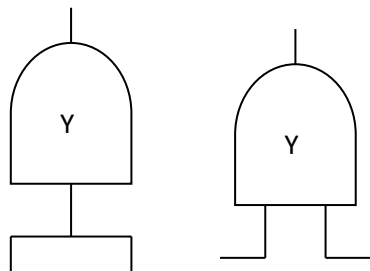


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

La puerta “Y”:

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior deben ocurrir **todos** los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual al *producto* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se parte a través de una puerta “y”: el producto de dos factores menores que 1 es aún menor.

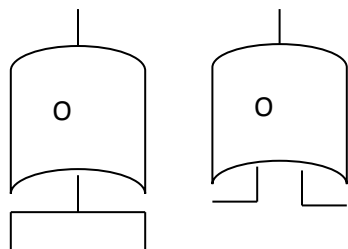


PUERTAS “Y”

La puerta “O”:

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior basta que ocurra cualquiera de los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual a la *suma* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se transmite entera a través de una puerta “o”.

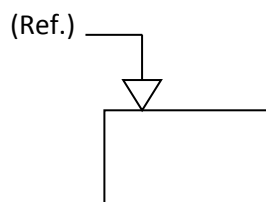
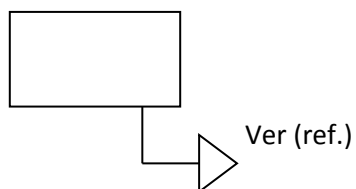


PUERTAS “O”

Símbolos de transferencia:

Se utilizan para enviar, de unas hojas a otras, partes de los árboles de fallas. Suelen añadirse a un suceso intermedio.

Principal (remite a:)



Con base en la ingeniería básica del proyecto se identificaron las siguientes áreas de riesgo:

- **Descarga de gas l.p. – línea de recepción.** En ésta área se llevará a cabo la descarga de gas l.p. a través de la *línea de recepción*, la cual conducirá el gas l.p. proveniente de un buque tanque hasta el patín de medición. La línea de recepción está integrada por una manguera de 30 m de longitud y tubería rígida de 6" de diámetro, dicha tubería consta de tres secciones: sumergida, enterrada y superficial. Cabe mencionar que esta infraestructura ya se encuentran totalmente concluidas y en operación.
- **Regulación y medición. – Patín de medición.** En esta área se realizará la medición del gas l.p. a través de un patín de medición y regulación para posteriormente conducirlo a la zona de almacenamiento.
- **Almacenamiento. – Recipiente esférico.** Se llevará a cabo el almacenamiento semirefrigerado de gas l.p. en un recipiente esférico tipo E con capacidad de 40,000 barriles.
- **Licuefacción de vapores de gas l.p. Sistema de relicuado.** Con el objeto de mantener en condiciones óptimas de operación a la esfera en esta área se llevará a cabo la recuperación de vapores de gas l.p. a través de un sistema de condensación.
- **Bombeo. - Bombas de trasiego.** Esta área estará integrada por tres bombas de trasiego, las cuales transportarán el gas l.p. líquido desde la zona de almacenamiento (esfera) hasta los intercambiadores de calor.
- **Calentamiento de gas l.p. - Intercambiadores de calor (calentadores).** Previo al trasiego de gas l.p. a los tanques estacionarios (ubicados en la planta de distribución) para posterior distribución, se llevará a cabo el calentamiento de gas l.p. mediante 3 intercambiadores de calor de casco y tubos tipo contraflujo.

De manera general se puede definir que los “*eventos tope*” para la operación del Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante de la Planta de Suministro son:

1. Explosión en el área de recepción del buque tanque.
2. Explosión en la línea de recepción.
3. Explosión en el patín de medición.
4. Explosión de un gas no confinado por el desfogue de la válvula de seguridad de la esfera.
5. Explosión BLEVE de la esfera.
6. Explosión en el sistema de relicuado.
7. Explosión en el área de bombas.
8. Explosión en el área de intercambiadores.

La asignación de probabilidades se realizó con base en la siguiente tabla de valores:

Probabilidad de fallo		
Orden de magnitud	Calificación	Frecuencia probable
10^{-1}	Muy probable	Puede ocurrir en cualquier momento.
10^{-2}	Probable	Ha ocurrido o puede ocurrir varias veces al año
10^{-3}	Medianamente probable	Ha ocurrido en un año
10^{-4}	Improbable	No se ha presentado en 5 años
10^{-5}	Remotamente probable	No se ha presentado en 10 años

10 ⁻⁶	Muy improbable	No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo.

FUENTE: MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS, J.M STORCH DE GACIA, PÁG 322

NOTA₁: Los datos de fiabilidad para asignar la probabilidad de ocurrencia y las que se manejan en el árbol de fallas fueron obtenidos de diferentes fuentes: Lees, Atallah y Davis.

NOTA₂: Esta metodología se realiza para hacer conciencia de que la probabilidad de ocurrencia es muy baja, casi improbable de que suceda, sin embargo, es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación. Las medidas de seguridad se enlistan en los apartados VI.5.1 del presente estudio.

Se anexa a continuación su aplicación.

7. ANÁLISIS DETALLADO DE COSECUENCIAS.

El análisis de las consecuencias de los escenarios planteados tiene como finalidad determinar las posibles consecuencias de un accidente o grupo de accidentes durante el ciclo de vida de una instalación. Un accidente en la operación de una instalación generalmente implica la emisión o vertido de material de proceso al medio ambiente. Dependiendo de la composición del material liberado, puede formarse una nube tóxica, inflamable y/o explosiva. Esta nube puede generar pérdidas económicas relacionadas con daños a equipos y estructuras de proceso, daños a la salud del personal e incluso la muerte. Para determinar la magnitud del riesgo, **es necesario simular y cuantificar el material liberado** a través de los modelos siguientes:

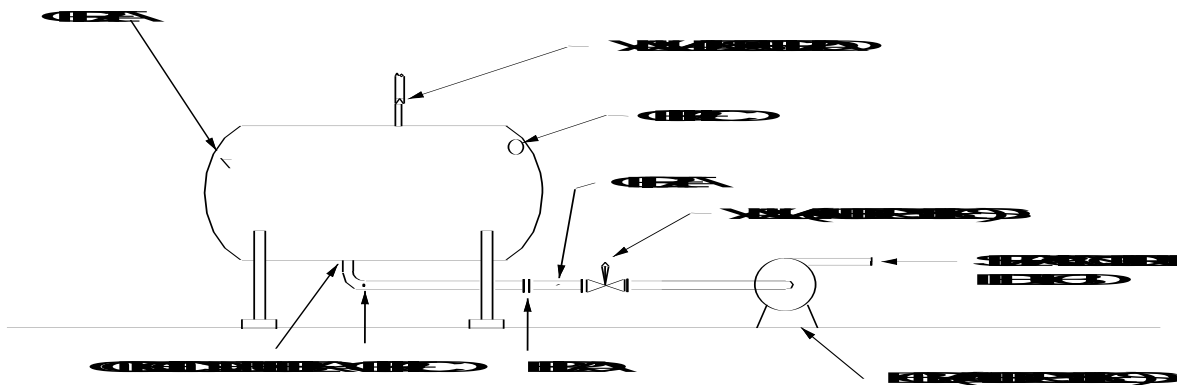
- ◆ Modelo de Emisión.
- ◆ Modelo de Dispersión.
- ◆ Modelo de Explosión y Fuego.

• Modelos de Emisión.

Los Modelos de Emisión son utilizados para determinar el flujo de descarga del material liberado, la cantidad total emitida y el estado físico del mismo. La modelación del fenómeno para una ruptura o derrame accidental de un material peligroso es frecuentemente el paso más crítico en la estimación exacta de la concentración del gas corriente abajo como resultado del accidente.

Las emisiones accidentales de materiales peligrosos pueden ser instantáneas o continuas, incluyendo flujo en una o dos fases; siendo estas de tanques de almacenamiento o tuberías, los cuales pueden ser refrigerados o a presión, sobre tierra o agua y confinados o no confinados. Algunos de estos escenarios con diferentes mecanismos de emisión pueden ocurrir en tanques presurizados con líquidos refrigerados. Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

Así, el material tiene la posibilidad de fugarse por orificios o grietas en los tanques o líneas, bridas, bombas, válvulas e incluso por la apertura de una válvula de seguridad que descargue a la atmósfera, como se muestra en la siguiente figura:



El tiempo que se lleva este proceso más que del inventario, depende de:

- Tiempo para detectar la fuga.
- Tiempo para analizar el incidente y decidir las acciones correctivas.
- Tiempo para completar las acciones correctivas.

En el API *Publication 581, Risk-Based Inspection*, se sugieren unos tiempos de respuesta en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento de acuerdo a lo indicado en las siguientes tablas (Tabla I.1.4.2.7.1.), (Tabla I.1.4.2.7.2.) y (Tabla I.1.4.2.7.3.).

Tabla I.1.4.2.7.1. Guías de Clasificación de sistemas de detección.

Tipo de sistema de detección	Clasificación de la detección
Instrumentación diseñada específicamente para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación (por ejemplo: Pérdida de presión o flujo) en el sistema.	A
Detectores convenientemente localizados para determinar cuando el material está presente fuera del recipiente.	B
Detección visual, cámaras o detectores con cobertura marginal.	C

Tabla I.1.4.2.7.2. Guías de clasificación de sistemas de aislamiento.

Tipo de sistema de aislamiento	Clasificación del aislamiento
Sistema de aislamiento o de paro activado directamente por la instrumentación de proceso o detectores, sin intervención del operador.	A
Sistema de aislamiento o paro activado por operadores en el cuarto de control u otro lugar convenientemente lejos de la fuga.	B
El aislamiento depende de válvulas operadas manualmente.	C

Tabla I.1.4.2.7.3. Duración de la fuga en función a los sistemas de detección y aislamiento.

Tipo de sistema de detección	Tipo de sistema de aislamiento	Duración de la fuga
A	A	20 minutos para fugas de ¼ de pulgada. 10 minutos para fugas de 1 pulgada. 5 minutos para fugas de 4 pulgadas.
A	B	30 minutos para fuga de ¼ de pulgada. 20 minutos para fugas de 1 pulgada. 10 minutos para fugas de 4 pulgadas.
A	C	40 minutos para fugas de ¼ de pulgada. 30 minutos para fugas de 1 pulgada. 20 minutos para fugas de 4 pulgadas.
B	A o B	40 minutos para fugas de ¼ de pulgada. 30 minutos para fugas de 1 pulgada. 20 minutos para fugas de 4 pulgadas.
B	C	1 hora para fugas de ¼ pulgada. 30 minutos para fugas de 1 pulgada. 20 minutos para fugas de 4 pulgadas.
C	A, B o C	1 hora para fugas de ¼ de pulgada. 40 minutos para fugas de 1 pulgada. 20 minutos para fugas de 4 pulgadas.

- **Modelos de dispersión.**

Los modelos de dispersión se utilizan para predecir el área afectada en función del tamaño y forma de la nube, la distancia a la cual se alcanza una concentración de interés, como puede ser el límite de explosividad inferior (LFL), de los vapores corriente abajo del punto de emisión y en todas direcciones, para evaluar efectos por explosión y fuego, estimar datos de concentración en función del tiempo a distancias dadas para evaluar efectos tóxicos en trabajadores y al público en general.

Los modelos de dispersión describen el transporte aéreo de los materiales tóxicos o inflamables desde el sitio del accidente hacia otros puntos de la planta o complejo y zona de asentamientos humanos, evaluando y determinando en qué puntos éstas emisiones son nocivos para la salud.

El comportamiento de una nube de vapores depende de varios factores entre los que se encuentra la velocidad de liberación a la atmósfera o la cantidad total de material liberado, las condiciones atmosféricas (velocidad de viento, hora del día, la cobertura de las nubes), rugosidad del terreno, temperatura, presión, entre otros.

- ♦ *Velocidad del viento.* La velocidad del viento hace referencia a la dirección horizontal. Conforme la velocidad del viento se incrementa, la pluma se vuelve más larga y puntiaguda incrementándose al mismo tiempo la dilución de la misma y las sustancias se transportan más rápido corriente abajo.
- ♦ *Estabilidad atmosférica.* La estabilidad atmosférica hace referencia a condiciones meteorológicas relevantes respecto al nivel de mezclado vertical entre las capas de aire, provocada en gran medida por los efectos de gradientes de temperatura. El modelo relaciona el mezclado vertical del aire al considerar la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar en el medio. Durante el día, la temperatura del aire decrece rápidamente en función de la altura, estimulando el movimiento vertical. Durante una inversión, la temperatura se incrementa con la altura resultando en un mínimo movimiento vertical. Esto ocurre frecuentemente en la noche cuando el piso se enfría rápidamente debido a la radiación térmica como se muestra en la siguiente (Figura I.1.4.2.7.1.).

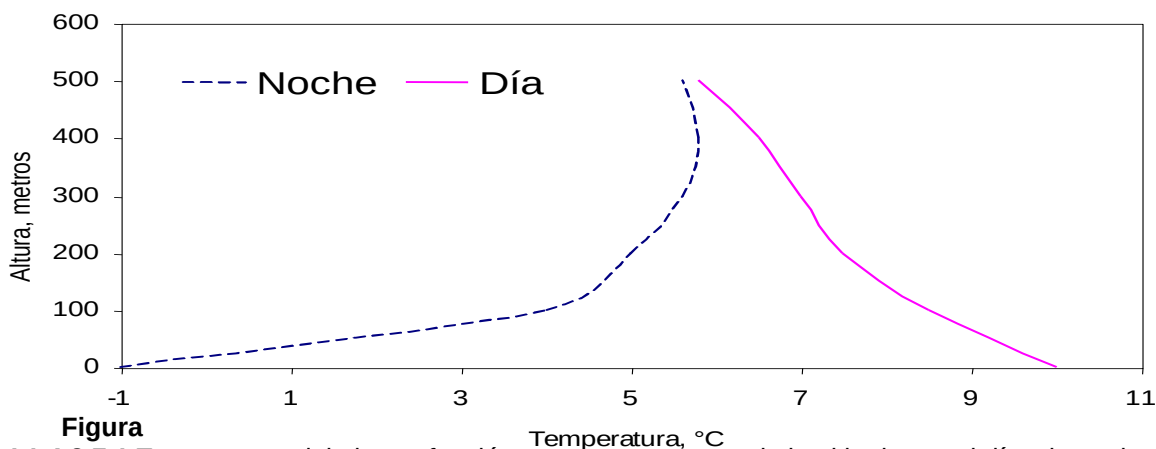


Figura
I.1.4.2.7.1. Temperatura del aire en función de la altitud para el día y la noche.

- ♦ **Condiciones del terreno.** Las condiciones del terreno afectan el mezclado mecánico en la superficie y el perfil de la velocidad del viento con la altura. Los árboles y las construcciones incrementan el mezclado, mientras que los lagos y áreas abiertas lo disminuyen, como se puede apreciar en la siguiente (Figura I.1.4.2.7.2.).

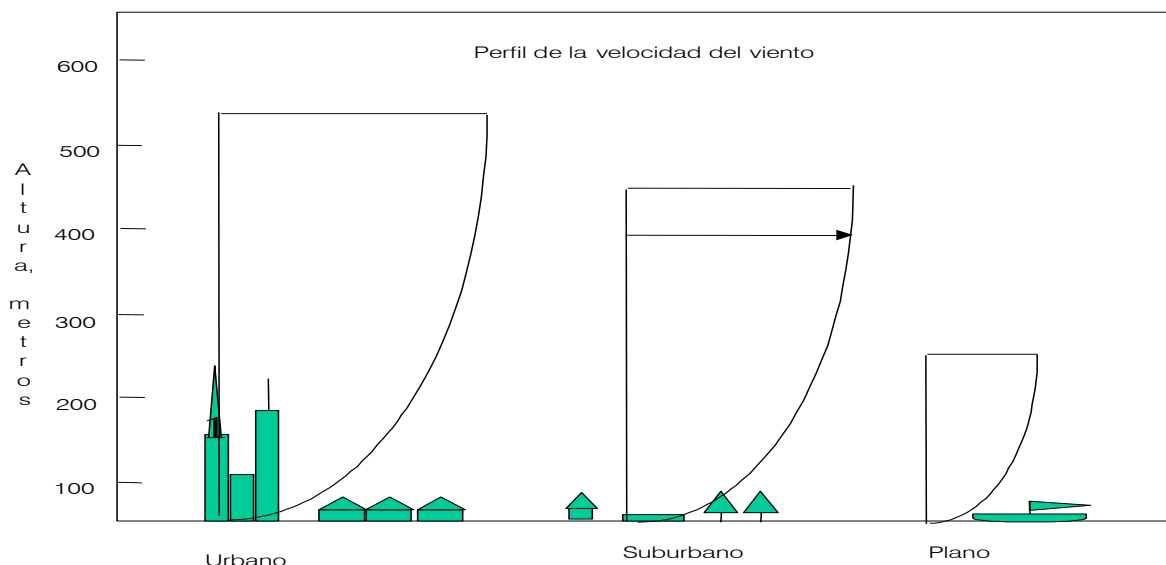
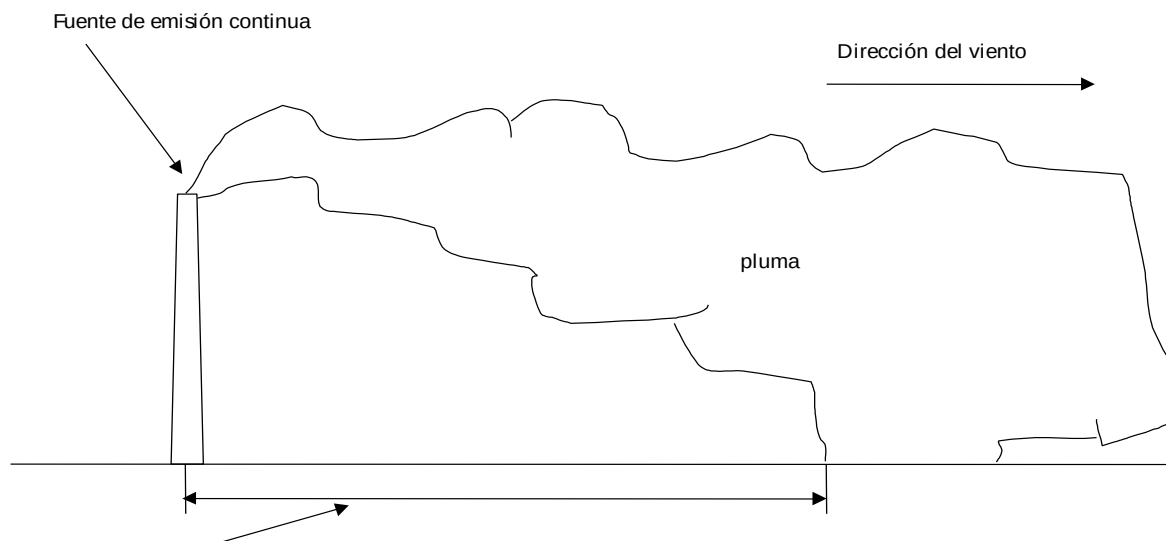


Figura I.1.4.2.7.2. Efectos de condiciones superficiales en función de gradientes verticales del viento.

- ♦ **Altura de la emisión.** La altura de la emisión afecta significativamente la concentración al nivel de piso. Conforme la altura se incrementa, las concentraciones al nivel del piso se reducen ya que la pluma debe de dispersarse a una distancia mayor sobre la vertical, como se puede apreciar en la siguiente (Figura I.1.4.2.7.3.).



Conforme la altura de la emisión se incrementa, esta distancia se incrementa. El incremento de la distancia nos lleva a una dispersión mayor y una menor concentración a nivel del piso.

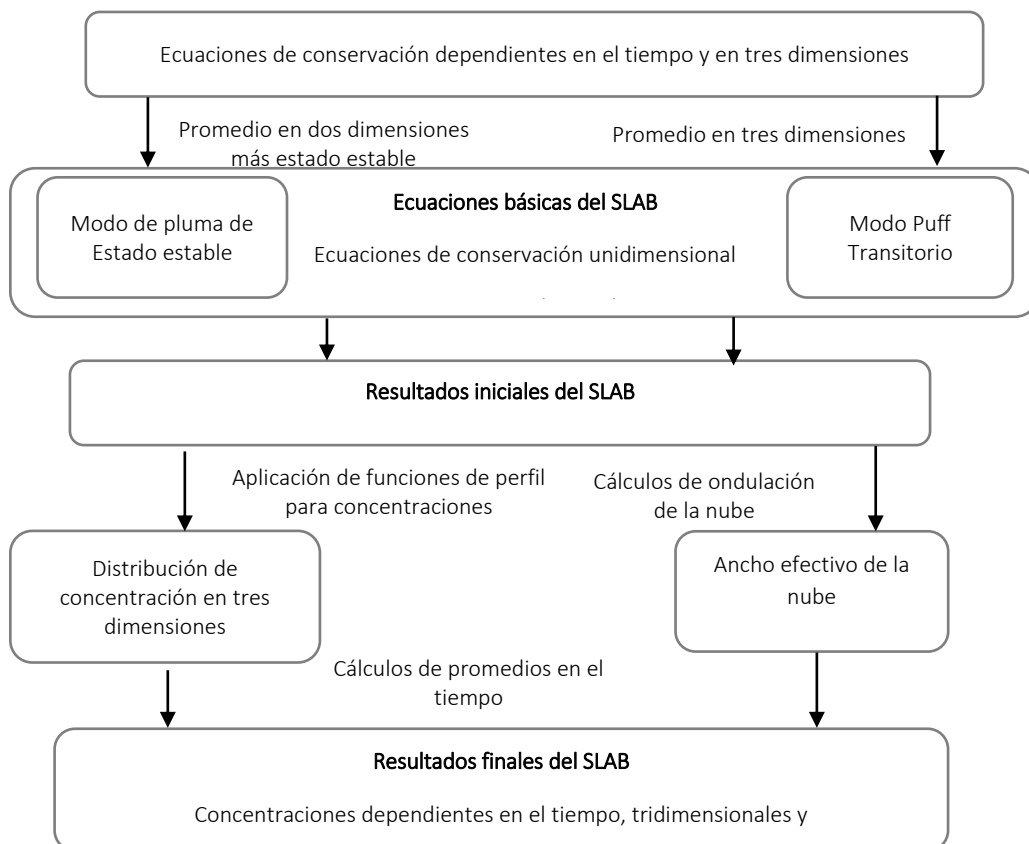
Figura I.1.4.2.7.3. Comportamiento de la pluma de acuerdo a la altura de la emisión.
Momentum y flotación del material liberado. El momentum y la flotación inicial del material liberado cambian la altura efectiva de la emisión. Después de que el momentum y la flotación inicial se han disipado, el mezclado turbulento de la atmósfera será el efecto dominante.

Dependiendo del comportamiento de la nube de vapor y los tiempos de emisión se podrá escoger un modelo adecuado. Por su comportamiento la nube de vapor puede ser neutramente flotante, positivamente flotante y densamente flotante. Por tiempo de duración la emisión puede ser instantánea, continua o una combinación de ambas.

Comúnmente son utilizados los modelos gaussianos (modelo empírico), modelos que describen con buena precisión el comportamiento de gases con flotabilidad neutra, sin embargo, debido a que los gases más densos conforme el paso del tiempo se diluyen en el aire es posible que vayan adquiriendo un comportamiento semejante, tomando en cuenta que esto ocurre cuando se pueden despreciar los efectos de la densidad.

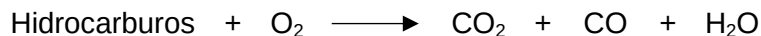
Modelo de dispersión de emisiones más densas que el aire. (SLAB).

El SLAB es un modelo de computadora que simula la dispersión atmosférica de emisiones más densas que el aire. La dispersión atmosférica de la emisión se calcula al resolver las ecuaciones de conservación de masa, momentum, energía y especies.



- **Modelos de Fuego y Explosión.**

La combustión es la rápida oxidación exotérmica de un combustible que está en contacto con una fuente de ignición. La reacción que tiene lugar durante la combustión de hidrocarburos es:



Los modelos de fuego son correlaciones empíricas que nos permiten estimar los niveles de radiación térmica para una distancia dada y determinar zonas de afectación.

Se tienen diferentes modelos de fuego:

- ♦ Chorro de fuego (Jet Fire).
- ♦ BLEVE.
- ♦ Bola de fuego (Fire Ball).
- ♦ Charco de fuego (Pool Fire).

Las explosiones de gas son caracterizadas por rápida combustión, en la cual la alta temperatura de los productos de combustión se expande y afectan a sus alrededores. De este modo el calor de combustión de una mezcla aire-combustible (energía química) es parcialmente convertido en una expansión (energía mecánica).

La energía mecánica es transferida a los alrededores en la forma de una onda de choque. En la atmósfera, una onda de choque es experimentada como un cambio transigente de los parámetros de presión, densidad y velocidad de las partículas de un gas. Generalmente estos parámetros se incrementan y disminuyen rápidamente.

Los modelos de explosión se usan para determinar radios y/o zonas de afectación para ciertos niveles de sobrepresión.

Se tienen diferentes Modelos de explosión:

- ♦ Modelo TNT.
- ♦ Modelo TNO.
- ♦ Explosión física.
- ♦ BLEVE.
- ♦ Explosión confinada.

A continuación se describe brevemente cada uno de los modelos que se considerarán en el presente análisis de consecuencias.

CHORRO O DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

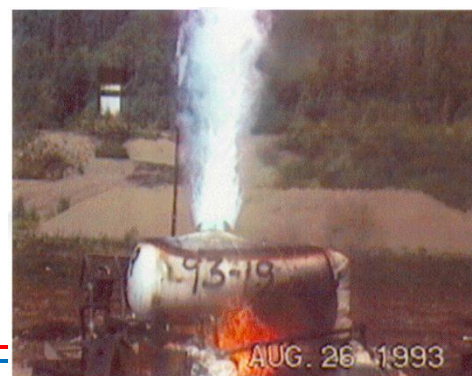
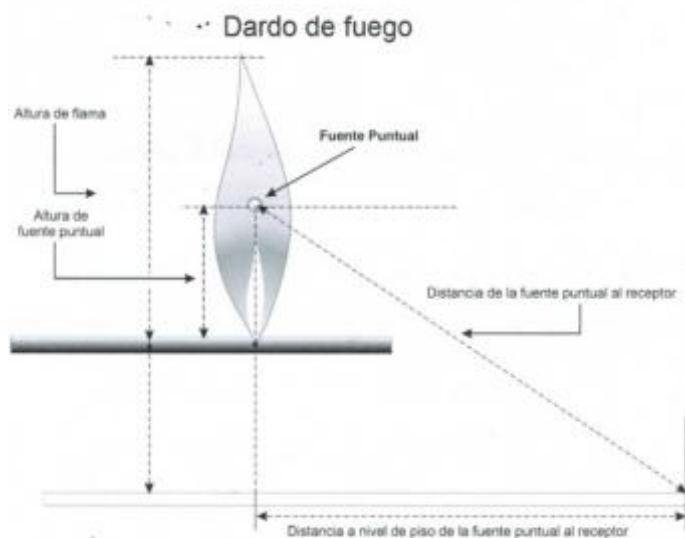
El chorro o dardo de fuego es una fuga de vapores o gases inflamables a presión, por un agujero, una válvula o una tubería seccionada, produciéndose una llama aproximadamente constante hasta agotar el combustible. La llama es estacionaria de gran longitud y poca anchura. Es el mismo fenómeno que se aplica a las antorchas de seguridad para eliminar subproductos no deseados o gases en exceso. Tiene un alcance limitado, pero es especialmente peligroso por lo que se refiere al efecto dominó, ya que la llama es direccional y constante.

Los dardos de fuego resultan generalmente de la combustión de un material que está siendo emitido de una unidad de proceso presurizada. La preocupación principal, como en el caso de los fuegos en derrames son los efectos de la radiación local.

Los tanques de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de transformarse en líquido, debido a la presión a la que la sustancia corre si alguna tubería sufriera alguna fractura, la sustancia escaparía a una alta velocidad.

La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que es liberado a la atmósfera y se va mezclando con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (pudiendo ser de cientos de metros de largo) a partir de un reducido agujero en la tubería.

El peligro de este comportamiento consiste en el riesgo de que la radiación térmica, del dardo impacte contra el exterior de un tanque cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo, gas l.p. en caso de las plantas de distribución de gas l.p. Lo que pudiese ocurrir por el aumento de temperatura en el tanque de almacenamiento es que la presión del gas dentro del mismo aumente su presión, mientras va debilitando las paredes externas, si el sobrecalentamiento continua se desembocará en un desgarre violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente.



BLEVE.

Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".

La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

Para que se produzca una explosión BLEVE no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión. Podría producirse incluso en calentadores de agua y calderas de vapor. En principio podría originarse en cualquier líquido almacenado en un recipiente hermético, aunque hay explosiones que pueden confundirse con una BLEVE sin serlo. Las BLEVES son exclusivas de los líquidos o gases licuados en determinadas condiciones.

Normalmente las BLEVE se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel líquido, debilitando su resistencia y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego (fireball). Esta última se forma por deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada. Debido a que esta circunstancia es el escenario normal, al hablar de explosiones BLEVE's y sus consecuencias, se incluye en sentido amplio a la bola de fuego, aunque debe quedar claro que ésta última sólo ocurre cuando el producto es inflamable.

La característica fundamental de una BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces. La gran energía desarrollada en esa explosión repentina proyecta fragmentos rotos de distintos tamaños del recipiente a considerables distancias. Precisamente ésta es una prueba de confirmación de una BLEVE. Los fragmentos proyectados pueden arrastrar tras de sí a cierta masa de líquido en forma de partículas de finísima lluvia, con posibilidad de inflamación a considerables distancias.

Tras producirse el estallido del recipiente, la gran masa evaporada asciende en el exterior, arrastrando finísimas partículas de líquido y entrando en combustión -en caso de incendio- en forma de hongo, con la gran bola de fuego superior tras un instante y al haberse producido la difusión en el aire por debajo del límite superior de inflamabilidad. Dicha bola de fuego se irá expandiendo a medida que va ardiendo la totalidad de masa de vapor liberada.

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE.

Para que se origine una explosión BLEVE tienen que concurrir las condiciones siguientes que son interdependientes entre sí:

-  Producto en estado líquido sobrecalentado
-  Baja súbita de la presión (isoentrópica) en el interior del recipiente.

Termodinámica de la BLEVE.

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión - temperatura de la (Figura A), o sea que a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor.

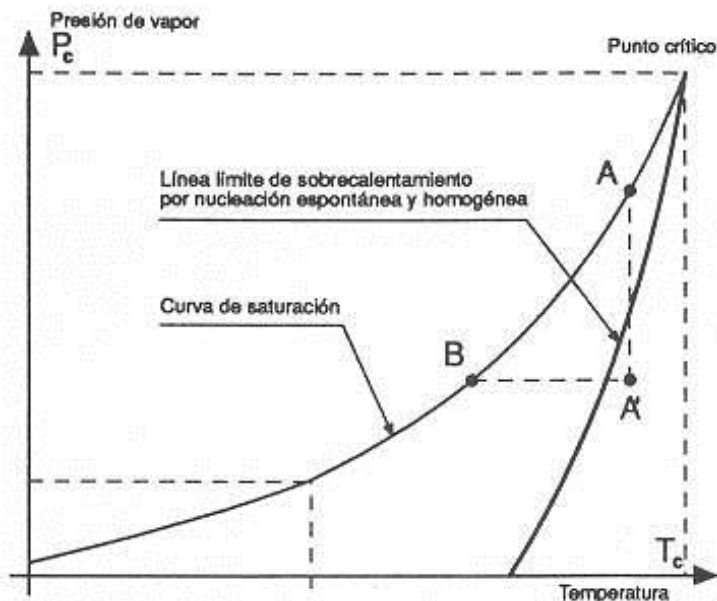


Figura A Curva de saturación P-T

A medida que aumenta la temperatura, aumenta obviamente la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo es posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la que se puede licuar un gas. Y la correspondiente presión crítica es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

El sobrecalentamiento de una sustancia puede lograrse mediante calentamiento, superando su punto de ebullición sin que llegue a transformarse en vapor, o bien disminuyendo la presión, permaneciendo la temperatura constante.

Así por ejemplo, en la figura 1 podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A. Evidentemente la posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación.

En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

Precisamente, y tal como hemos dicho, la BLEVE es provocada originariamente por un descenso brusco de la presión a temperatura constante por las causas ya expuestas.

Consecuencias de la BLEVE.

Los peligros inmediatos de una BLEVE son la onda de sobrepresión y la proyección balística de fragmentos pertenecientes al mismo recipiente. Si el material contenido en el recipiente es inflamable se producirá una bola de fuego.

Para el caso del GLP los efectos serán tanto mecánicos como térmicos. En orden decreciente de importancia por daño a las personas esta:

- 1. Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)**
- 2. Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional)**
- 3. Onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque (efecto radial)**

Para efectos de la evaluación del presente estudio, se consideran los daños causados por Radiación Térmica producida por la bola de fuego y la Onda de Sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en el tanque.

Consecuencias de una BLEVE

Aunque en sentido estricto la BLEVE es la explosión mecánica del recipiente, dado que normalmente va asociada originariamente a incendios sobre recipientes que contienen gases o líquidos almacenados a una presión superior a la ambiente, nos limitaremos en este último apartado a los tres tipos de consecuencias que suceden en el caso particular del almacenamiento del Gas L.P.:

- Radiación térmica.
- Sobrepresiones por la onda expansiva.
- Proyección de fragmentos metálicos.

Para la cuantificación de estos tres tipos de consecuencias se han desarrollado diferentes modelos empíricos de análisis que han recogido las experiencias de accidentes sucedidos.

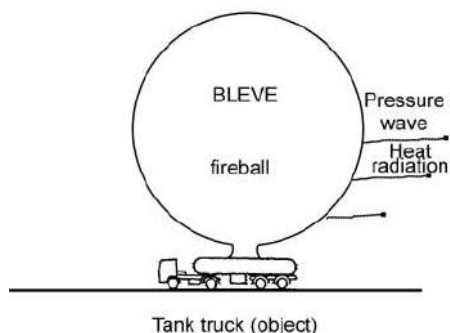
Dada la diversidad de modelos matemáticos existentes, en esta Nota Técnica se recoge solamente un sistema simplificado de cálculo, validado por instituciones especializadas en este campo.

BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA)

La bola de fuego es el resultado de una liberación instantánea de un gas licuado inflamable con ignición rápida en un área abierta, tiene una forma cercana a una esfera de vapor. La concentración de combustible en su interior se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, y la combustión se desarrolla desde su superficie hacia su centro. Los vapores en llamas de la superficie crean flotabilidad, dando altura a la esfera e incrementando su volumen con el paso del tiempo. La turbulencia aumenta haciendo que el aire ingrese al interior de la bola de fuego logrando mayor combustión de vapor. La bola de fuego se extingue dejando pequeñas agrupaciones de combustible, algunas de las cuales continuarán quemando. Este tipo de fuego es dañino a largas distancias y es

fuelle de ignición del combustible que encuentren en su camino. Su impacto se caracteriza por una radiación intensa liberada en un tiempo relativamente corto.

El efecto más nocivo de una BLEVE es el derivado de la radiación térmica. La altísima radiación térmica de la bola de fuego formada, provocará la muerte de todo ser vivo que quede encerrado en la misma y la posibilidad de propagación de incendios y BLEVE's a instalaciones y recipientes próximos generando un efecto dominó. Evidentemente la gravedad de los daños a personas y bienes estará en función de la distancia a la susodicha bola de fuego.



Es preciso conocer las características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada, tales como:

- El diámetro de la bola de fuego
- La altura de dicha bola
- La duración máxima de la deflagración

Las dimensiones de cada uno de los eventos de incendio se verán directamente relacionadas con la cantidad de material fugado y su tiempo de desarrollo.

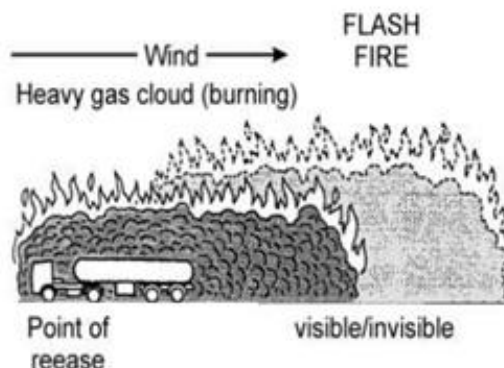
La radiación térmica va directamente relacionada con la cantidad de calor emitida de un incendio. Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad de calor (kW/m^2), así como de la dosis recibida y el tiempo de exposición. Según sea la profundidad de las quemaduras, estas se clasifican en quemaduras de primero, segundo y tercer grado.

CRITERIOS DE LESIONES POR QUEMADURA DEBIDO A LA RADIACIÓN TÉRMICA			
kW/m^2	BTU/hr.ft^2	Tiempo para dolor severo	Tiempo para quemadura de 2° (seg)
1	300	115	663
2	600	45	187
3	1000	25	92
4	1300	18	57
5	1600	13	40
6	1900	11	30
8	2500	7	20
10	3200	5	14
12	3800	4	11

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante solo 0.4 s antes de que se sienta dolor.

INCENDIO DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (LLAMARADAS O FLASH FIRE).

Un incendio de llamarada o “flash fire” es la combustión no explosiva de una nube de gas inflamable, que tuvo lugar debido a la fuga de un gas o por la evaporación de un líquido inflamable formando una nube inflamable que encuentra una fuente de ignición. Suele estar asociada a la dispersión de vapores a ras de suelo. Cuando estos encuentran un punto de ignición, el frente de la llama generado se propaga hasta el punto de emisión, barriendo y quemando toda la zona ocupada por los vapores en condiciones de inflamabilidad.



La ignición da lugar a un fuego que consume de forma rápida la materia inflamable de la nube.

Los efectos de este tipo de incendio son:

1. Quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas.
2. Emisión de gases de combustión.
3. Poca intensidad térmica en el exterior de su entorno.

Si bien los efectos de éste tipo de incendio son la radiación térmica y el contacto directo de la flama, la literatura disponible proporciona poca información respecto a éstos efectos debido a que el fenómeno de **la llamarada tiene una duración corta, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube. No obstante, se conoce que **las personas que permanezcan dentro del área de flama tendrán heridas fatales**.

Sin embargo, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, **una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión)**.

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión y **se estima mediante el modelo de dispersión SLAB (SCRI FUEGO)**.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

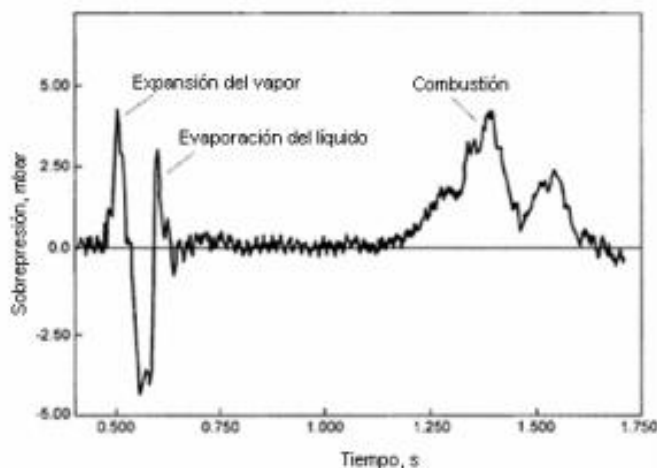
En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

ONDA DE SOPRESIÓN.

La onda de sobrepresión hace referencia a un cambio transitorio en las propiedades dinámicas del gas como son: la presión, la densidad y la velocidad de la partícula.

Cambios que generan fuerza de viento de desplazamiento y sobrepresión con el potencial de derribar objetos y estructuras. La onda explosiva se inicia en el tanque y viaja en el aire circundante disipando energía. Durante la explosión los valores de las propiedades dinámicas aumentan rápidamente luego descienden a valores por debajo de los atmosféricos y finalmente evolucionan y se estabilizan en condiciones atmosféricas.

En la onda producida por una BLEVE existen dos picos de sobrepresión; el primero es causado por la expansión del vapor y el segundo por la vaporización del líquido, normalmente son considerados como uno solo por el corto tiempo entre ellos. Cuando la sustancia es inflamable existe un tercer pico creado por la ignición del combustible



Onda de presión de una BLEVE (D.M. Johnson, J.M. Pritchard and M.J. Wickens)

Se han definido las ondas de presión como un fenómeno de transmisión de energía sin que haya transporte de materia, es evidente que la energía que se propaga la contiene el foco emisor.

El efecto más característico de una explosión es el brusco aumento de la presión que se produce en el aire circundante y que se propaga en forma de onda en todas las direcciones libres del espacio. La forma, características y magnitud de la onda dependen del tipo de explosión, del entorno y de la distancia al origen del accidente.

SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS.

La explosión es un equilibrio de un breve período de tiempo de una masa de gases en expansión contra la atmósfera que la envuelve. Estas pueden ser de dos tipos:

- Química. Si la energía necesaria para la explosión procede de una sustancia.
- Física. Si la energía procede de la liberación repentina de un gas comprimido o de expansión rápida de vapores (denominada estallido).

Considerando el tipo de explosión y la serie de condiciones en las que se presente el incidente, existen varios tipos de explosiones, pero de acuerdo a la operación del proyecto, las más representativas son las siguientes:

Explosión de Vapor no confinada (UVCE)

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion, y de ahí su acrónimo UVCE, son un tipo de explosión química, la cual involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior. Para que esto ocurra la cantidad de gas tiene que superar el valor de toneladas (*Explosión detonante*). Cuando no es así, normalmente la ignición de la masa de vapor deriva en una llamarada sin efectos mecánicos importantes (*Explosión deflagrante*).

El tipo de fenómeno peligroso en este tipo de accidentes son las ondas de sobrepresión. Ésta es una situación que con un determinado impulso puede causar daño en su trayectoria.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa **de** gas (la que se encuentra entre los límites de inflamabilidad de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son deflagraciones y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados.

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas en los equipo. Algunas de estas sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire. Estos procesos, a menudo, van acompañados de un desprendimiento de grandes cantidades de energía, calor y pueden estar asociadas a un incremento de presión y a un desprendimiento de sustancias peligrosas.

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

Explosiones de vapores confinados (CVE, confined vapor explosión) y polvos explosivos, esta último no es de nuestro interés para la evaluación del presente proyecto.

El caso que nos ocupa es el de las explosiones de vapores confinados, las cuales ocurren cuando habiéndose producido un escape de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada, el gas está dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición que origine la combustión de las mismas.

Los siguientes valores se emplearan como criterios técnicos para la simulación de los eventos probables y la interpretación de los resultados arrojados por efecto de ondas de presión.

MÉTODO DEL TNT EQUIVALENTE.

El TNT (trinitrotolueno) es un explosivo convencional. Militarmente ha sido uno de los explosivos más utilizados y esto ha permitido que sus efectos hayan sido ampliamente estudiados y tabulados. El modelo del TNT equivalente se basa en la hipótesis de la equivalencia en efectos explosivos entre una masa determinada de materia inflamable y otra de TNT. Este método permite calcular los efectos de cualquier sustancia explosiva por comparación de la energía generada con la que liberaría una cantidad equivalente de TNT (WTNT, kg) que produjera los mismos efectos (Lees, 1996).

La relación entre la masa de hidrocarburos y el equivalente TNT viene dada por la expresión siguiente:

$$W_{TNT} = \alpha \cdot W_c \frac{\Delta H_c}{\Delta H_{TNT}}$$

Donde α representa el rendimiento de la explosión, es decir la fracción de la energía liberada que se invierte en generar la onda de presión. Lannoy [BERG93], en un estudio realizado sobre 23 accidentes, observó que para nubes de vapor de hidrocarburos, α se podía encontrar en la gama de valores comprendida entre 0.02% y 15.9% con una media del 3%. En un 97% de las veces $\alpha \leq 10\%$ y en el 60% de los casos la media es del 4%. Los valores propuestos por otros autores son los del 3 o 4% (es decir, $\alpha = 0.03 - 0.04$). Observándose que el rendimiento mecánico de las explosiones de las nubes de hidrocarburos es muy bajo.

En realidad, solo una pequeña fracción de la energía desprendida se convierte en energía mecánica, la mayor parte se convierte en energía luminosa (llamarada). Teniendo en cuenta que en las explosiones de este tipo pueden verse implicadas cantidades del orden de unas cuantas toneladas de vapor y que la energía liberada para la combustión de 1 kg de hidrocarburo es aproximadamente igual a la liberada para 10 kg de TNT, este bajo rendimiento lo que hace que las explosiones de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

Criterios para la estimación de consecuencias.

Para la estimación de consecuencias se evaluaron los escenarios de riesgo identificados mediante el análisis HazOp y que conforme a la jerarquización efectuada mediante las matrices de riesgo, se seleccionaron aquellos los escenarios ubicados en la región de Riesgo No tolerable y ALARP, a fin de considerar las posibles afectaciones hacia el personal, población, medio ambiente e instalación en caso de existir una fuga y/o incendio en las instalaciones del sistema de almacenamiento.

La simulación de dichos escenarios se llevará a cabo por medio del simulador **SCRI – Fuego Ver. 2**. Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, siendo que en la instalación se trasegará y almacenará GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos intrínsecos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TPCA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. El *software* calcula propiedades de mezclas con la metodología de *Guidance on the Application of Refined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo II de la presente guía.

Por otra parte, el tiempo de fuga fue establecido en función de los sistemas de aislamiento y detección de fugas contemplados en la ingeniería básica del proyecto.

Para determinar los radios potenciales de afectación por sobrepresión, se consideraron los niveles de sobrepresión de 1.0 psi (alto riesgo) y 0.5 psi (amortiguamiento) para definir las zonas de seguridad, así como los niveles de sobrepresión equivalentes a 3 y 10 psi para definir la zona de alto riesgo por daño a equipos.

De igual forma para determinar los radios de afectación por radiación térmica se utilizarán los niveles de radiación térmica de 1.4 kW/m^2 ($400 \text{ BTU/pie}^2\text{hr}$) para la zona de amortiguamiento y 5 kW/m^2 ($1500 \text{ BTU/pie}^2\text{hr}$) y para la zona de alto riesgo por daño a equipos se consideró un nivel de radiación equivalente a 37.5 kW/m^2 .

En cuanto al alcance de la dispersión de la nube inflamable se consideraron los valores de los límites de inflamabilidad del gas l.p. L.I.I. 1.8; L.S.I. 9.3 y 0.5 L.I.I 0.9 %

Los efectos a las instalaciones y al personal se estiman usando los parámetros establecidos en las siguientes (Tabla I.1.4.2.7.4.), (Tabla I.1.4.2.7.5.) y (Tabla I.1.4.2.7.6.).

Tabla I.1.4.2.7.4. Efectos por onda expansiva para cada valor de pico por sobrepresión.

Sobrepresión* (psig)	Daño esperado
0.03	Ruptura ocasional de ventanas grandes que ya se encuentran bajo tensión
0.04	Ruido elevado (143 dB), fallas en vidrios debido al “boom” sónico.
0.10	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión.
0.15	Presión típica para fallas en vidrio.
0.30	Cierto daño en techos de casas, 10% de rupturas en vidrios de ventana.
0.40	Daño estructural menor limitado.
0.5-1.0	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.
0.7	Daño menor a estructuras de casas.
1.0	Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables
1.0-2.0	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción.
1.0-8.0	Rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles.
1.3	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos.
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
2.0-3.0	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre-quemado.
2.3	Límite inferior de daño estructural serio.
2.4-12.2	Rango de 1 a 90% de rotura de tímpanos entre las personas expuestas.
2.5	Destrucción del 50% del enladrillado casero.
3.0	Edificios con estructura de acero distorsionado y arrancados de sus cimientos.
3.0-4.0	Edificios de panel de acero sin estructura arruinados.
4.0	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros.
5.0	Postes de madera arrancados.
5.0-7.0	Destrucción casi completa de casas.
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga.
7.0-8.0	Falla en muros de ladrillo de 8 a 12” de espesor sin refuerzo debido a la flexión o desgarre.
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.
14.5-29.0	Rango de 1 al 99%de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.

**Estas son sobrepresiones máximas formadas por encima de la presión atmosférica normal debido a las ondas de choque o impacto.*

Fuente: Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.

Tabla I.1.4.2.7.5. Tiempo de exposición necesario para alcanzar el umbral de dolor (API 521).

Intensidad de radiación (Btu/hr/ft ²)	Intensidad de radiación kW/m ²	Tiempo para alcanzar el umbral de dolor (s)
500	1.74	60

740	2.33	40
920	2.90	30
1500	4.73	16
2200	6.94	9
3000	9.46	6
3700	11.67	4
6300	19.87	2

Tabla I.1.4.2.7.6. Efectos de la radiación calórica incidente sobre personas, equipos y materiales.

kW/m ²	Daños a equipos y materiales	Daños a personas
400	Máxima radiación tolerable por una pared de ladrillos.	
200	Debilitamiento del hormigón armado.	
60	Máxima radiación tolerable por el cemento.	
40	Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado. Destrucción de equipo y tanques.	
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras.	100% de mortalidad en un minuto.
25	El acero Delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición sin llama	1% de mortalidad en un 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos.
12.5	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE INTERVENCIÓN: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo: bomberos). Es más que conveniente de todos modos refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.	
8		Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto
4		ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.
1.5		Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado.

Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor u conductividad de calor en experimentos con calor radiante". Fis. Ap. Vol. 3. P. 703,1951

Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973

No obstante, de acuerdo a la literatura "*Methods for the determination of posible damage*" CPR 16E A.J. Roos, se tiene que en cuestión de daños a equipos/materiales por radiación térmica se distinguen dos niveles de daños:

Daño nivel 1: Ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales.

Daño nivel 2: Daños tales como: decoloración seria de una cierta superficie de materiales, levantamiento de pintura y/o apreciables deformaciones de los elementos estructurales.

Quedando claro que para una situación dada la radiación necesaria para alcanzar el nivel de daño 1 será mayor que la requerida para el nivel de daño 2, donde el factor tiempo es determinante para definir el nivel de daño. Los datos que se muestran a continuación son considerados como valores globales de la intensidad de radiación crítica de materiales específicos y son válidos para un **tiempo de exposición mayor a 30 minutos** (Tabla I.1.4.2.7.7.).

Tabla I.1.4.2.7.7. Valores globales de la intensidad de radiación crítica de materiales específicos para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos.

Material	Intensidad de radiación crítica kW/m ²	
	Daño Nivel 1	Daño Nivel 2
Madera	15	2
Materiales sintéticos	15	2
Vidrio	4	-
Acero	100	25

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**“SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO”**

CAPÍTULO II.

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

CARRETERA A PICHILINGUE KM. 18 DENTRO DEL RECINTO PORTUARIO DEL PUERTO COMERCIAL
PICHILINGUE, C.P. 23208, MUNICIPIO DE LA PAZ, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Para definir y justificar las zonas de protección entorno a la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	-	37.5 kW/m ² o 11887 BTU/pie ² ·h 12.5 kW/m ² o 3962 BTU/pie ² ·h	10.0 lb/plg ² 3.0 lb/plg ²
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1500 BTU/pie ² ·h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 kW/m ² o 440 BTU/pie ² ·h	0.5 lb/plg ²

Dado lo anterior la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de las metodologías antes descritas se realizó el análisis de consecuencias a través del software SCRI – Fuego Ver. 2.1, el cual realiza la simulación de eventos con fuego y/o explosión. Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

Cabe destacar que de acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que contará el Sistema de Almacenamiento de GLP, mediante Planta de Suministro es prácticamente improbable que se presente un evento indeseado que pueda generar un riesgo de grandes dimensiones. No obstante, dentro de los eventos evaluados, hay algunos que presentan probabilidad de ocurrencia alta respecto a los demás, y que se han definido como los más probables, tal es el caso de los eventos que están relacionados con errores humanos, corrosión por falta de mantenimiento, o bien, por el desgaste o avería del material por exceder el tiempo de vida útil del elemento. Por lo que deberá poner énfasis en la prevención del factor común que desencadena estos eventos a través de la revisión periódica de cada uno de los elementos que integrarán el sistema así como de su mantenimiento preventivo. En tanto que los eventos que involucran la ruptura total de la tubería y del recipiente de almacenamiento se han definido como los eventos catastróficos debido a la severidad de sus consecuencias, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia es prácticamente improbable, aunque es posible su ocurrencia.

Si bien, la mayoría de los escenarios están sobreestimados, el presente análisis contempla el desarrollo de estos eventos a fin de poder determinar la máxima zona de afectación, para así tomar las medidas necesarias de prevención.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas media promedio del sitio con base en la información de los últimos diez años. No obstante, la velocidad de viento se consideró de 1.5 m/s una vez que no se disponen datos estadísticos mayores a 6 años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada. En la (Tabla II.1.1.) y (Tabla II.1.2.) se muestran los parámetros utilizados en el cálculo de los eventos propuestos y las propiedades físico-químicas del GLP.

Tabla II.1.1. Parámetros utilizados en el desarrollo de cálculo de los eventos propuestos.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad	Justificación de Valores
Temperatura media promedio.	T	24.1	°C	Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Normales climatológicas, Estación meteorológica 0 0003074. La Paz (DGE).
Velocidad del viento.	u	1.5	m/s	
Humedad relativa del sitio.	H _w	53.65	%	Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP
Presión atmosférica.	P _A	1.0110	bar	
Presión de vapor del Gas L.P. a T _{amb} .	P	248001.071	Pa	Constantes de <i>Antoine</i> para el Gas L.P. (Propano/butano) 90/10% A = 3.928717 B = 817.1746 C = 246.2149
Factor de explosión.	E	0.10	adimensional	El factor de explosividad determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión E= 0.10 cuando el escenario se considera DMC (daño máximo catastrófico)
Calor de combustión de TNT.	HC _{TNT}	4680	kJ/kg	Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT)

Tabla II.1.2. Propiedades físico-químicas del gas l.p. (Mezcla propano-butano 90/10)

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	GLP	Propano	Butano
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	90	10
Peso molecular (kg/k-mol)	45.50	44.10	58.12
Punto de ebullición (°K)	235.26	231.11	272.65
Temperatura crítica (°K)	375.36	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4.203 E+06	4.248 E+06	3.796 E+06
Volumen crítico (m ³ /kmol)	0.21	0.20	0.26
Capacidad calorífica del gas a presión constante y temperatura de interés (J/kg.°K)	1669.36	1666.04	1692.02
Calor de vaporización del líquido a temperatura de ebullición (J/kg)	419985.18	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m ³)	585.05	582.51	602.41
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. °K)	2257.39	2252.25	2292.47
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPC (SLAB)	--	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.13	1.13	1.09
Concentración estequiometría (%)	9.50	4.0	3.10
Calor de combustión (kJ/kg)	46254.56	46333.0	45719.0
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

Considerando los resultados de la jerarquización efectuada, se seleccionan los escenarios ubicados en la región de Riesgo No tolerable y ALARP, a fin de considerar las posibles afectaciones hacia el personal, población, medio ambiente e instalación en caso de existir una fuga y/o incendio en las instalaciones del sistema de almacenamiento y se realizará una Análisis de Consecuencias de dichos escenarios.

A continuación se describen cada uno de los escenarios a evaluar.

El desarrollo de cálculo y simulaciones de cada uno de los eventos identificados podrá consultarlo en el Anexo E. “Memoria de Cálculo y Simulaciones”

ESCENARIO: ESC-001-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: DESCARGA Y TRASIEGO DE GAS L.P PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: CONEXIÓN VÁLVULA DE DESCARGA DEL BTG - MANGUERA.

Si debido a una sobrepresión al momento de la descarga de gas l.p., la manguera se zafara dejando que el GLP en fase líquida se escape a través de la válvula de descarga del buque tanque y a través de la manguera; se generaría una condición peligrosa que podría desencadenar lo siguientes eventos a partir de que el GLP en fase líquida se evapore de manera parcial o total (con el objetivo de hallar los mayores daños se considera que la totalidad del GLP líquido se evapora), entrando en la atmósfera:

- a) Llamarada (Flash-Fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
- b) Formación de un dardo de fuego (Jet-Fire) por la continuidad de la bomba del BTG.
- c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

Tras el desprendimiento de la manguera y la demora (60 segundos) en la obturación de la fuga, la emisión del GLP del sistema a la atmósfera se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad de descarga (40 Ton/h). Además se considera la emisión instantánea de GLP que se encuentra contenido en la manguera.

ESCENARIO: ESC-002-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: MANGUERA.

Si debido al desgaste por flexiones o bien por exceder su tiempo de vida útil la manguera presentara un orificio en el extremo de conexión a bordo, y los operadores no se percataran de esta situación al momento de realizar la conexión con el manifold de descarga del buque tanque. Lo anterior provocaría una fuga continua a través de la fisura, la cual se considera tiene un diámetro de 1.0"

La descarga se considera en forma líquida debido a que la distancia de descarga está en la superficie, por lo que el líquido en su paso a través del orificio no se vaporizaría, la vaporización ocurriría en la atmósfera. Además para efectos del cálculo se consideró que todo el líquido fugado forma una nube de gas inflamable la cual ante la presencia de una fuente de ignición esta podría incendiarse. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

- a) Llamarada (Flash-Fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.

- b) Formación de un dardo de fuego (Jet-Fire) por la continuidad de la bomba del BTG.
- c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

ESCENARIO: ESC-003-DIESGAS-18

NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN

OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P. PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.

ELEMENTO: BRIDA(S) DE UNIÓN DE LA LÍNEA DE RECEPCIÓN (TUBERÍA DE LÍQUIDO DE 6")

Si durante la descarga de gas l.p. del buque tanque a la esfera mediante la línea de recepción existiera una variación en los parámetros de operación, es decir, que se tuviera una mayor presión, temperatura o un flujo mayor, se puede presentar sobrepresión, oscilaciones térmicas, o bien, un alto nivel de vibración en la línea provocando una fuga de gas l.p. a través de la brida.

Para calcular la masa de gas l.p. fugado se considera que alrededor de la brida hay una abertura de 0.25" que aunado a lo anterior esta presenta corrosión y un mal arreglo en los espárragos que aseguran la brida. La masa fugada formará, con el paso del tiempo en el cual los instrumentos actúan, una nube inflamable que podría generar una explosión de la misma.

Con base en la visita realizada al sitio se determinó que tanto el tipo de sistema de detección de fugas y el tipo de sistema de aislamiento en esta sección corresponde al tipo C, por lo que la duración de la fuga se estima en 60 minutos.

ESCENARIO: ESC-004-DIESGAS-18

NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN

OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P. PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.

ELEMENTO: LÍNEA DE RECEPCIÓN DE GAS L.P. (TUBERÍA DE LÍQUIDO DE 6")

Por efectos de corrosión se considera la formación de un orificio en la línea principal de conducción cédula 80, la cual se encuentra presurizada a 2.5 kg/cm^2 y con un flujo de $1.139 \text{ m}^3/\text{min}$, el tamaño de esta fisura es de 1.2" equivalente al 20% del diámetro de la tubería (6") con la consecuente formación de una nube potencialmente inflamable y explosiva.

- ♦ El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 3 minutos.
- ♦ El gas l.p. que se escapa por la rotura diametral, entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), a causa de la electricidad estática presente, lo cual da lugar a un chorro de fuego (Jet fire)
- ♦ El gas inflamable que se escapa por la rotura diametral de la línea forma una atmosfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa), originando una explosión no confinada NVNC
- ♦ El tipo de liberación de la fuga es continuo.

- ♦ El diámetro del orificio es de 0.03048 m para un orificio equivalente al 20% del diámetro del ducto.

ESCENARIO: ESC-005-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P. PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: LÍNEA DE RECEPCIÓN DE GAS L.P. (TUBERÍA DE LÍQUIDO DE 6")

Si debido a falla en uniones bridadas y ante la ocurrencia de un sismo se presentara la ruptura total de la línea de recepción de gas l.p. que inicia en la conexión de la manguera con la válvula de descarga del BTG, la cual cuenta con un segmento submarino, otro enterrado y otro superficial. Se considera que la ruptura total de la línea y el escape de su contenido a lo largo del segmento de aproximadamente 140 m (antes del punto de ruptura) considerando que a este sección la precede una válvula de cierre rápido.

ESCENARIO: ESC-006-DIESGAS-18
NODO 2: PATÍN DE MEDICIÓN.
OPERACIÓN: REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE FLUJO DE GLP PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG).
ELEMENTO: VÁLVULA (S) DE RELEVO HIDROSTÁTICA INSTALADAS EN EL PATÍN DE MEDICIÓN.

Por una sobrepresión en la línea, una temperatura o flujo mayor durante la operación se abrieran al comienzo de la descarga del líquido las válvulas hidrostáticas de acción pop, las cuales según la ingeniería básica del proyecto serán de 1/2", con una apertura de 28.13 Kg/cm² y una capacidad de 22 m³/min. El patín de medición contará con tres válvulas de relevo hidrostáticas.

ESCENARIO: ESC-007-DIESGAS-18
NODO 2: PATÍN DE MEDICIÓN.
OPERACIÓN: REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE FLUJO DE GLP PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG).
ELEMENTO: UNIÓN BRIDADA DEL MEDIDOR DE FLUJO MÁSSICO.

Si debido a una sobrepresión a la llegada del gas l.p. proveniente del BTG y ante un incorrecto apriete/ensamble de los pernos que sujetan la unión bridada del medidor de flujo másico se presentará la fuga de gas l.p. a través de la brida. Se considera un diámetro de fuga equivalente a 1/4". La descarga se considera en forma líquida, por lo que el líquido en su paso a través del orificio no se vaporizaría, la vaporización ocurriría en la atmósfera. Además para efectos del cálculo se consideró que todo el líquido fugado forma una nube de gas inflamable la cual ante la presencia de una fuente de ignición esta podría incendiarse. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

ESCENARIO: ESC-008-DIESGAS-18
NODO 3: ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
OPERACIÓN: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. SEMIREGRIGERADO
ELEMENTO: VÁLVULA DE RELEVO (PSV) DE LA ESFERA.

Debido a un exceso de presión en el recipiente esférico ya sea por llenado excesivo, o bien, por exposición al fuego debido a un incendio cerca del área de almacenamiento ocurre el calentamiento de la superficie del recipiente. A consecuencia del calentamiento y de la incidencia directa de las llamas sobre el área donde se encuentra la fase vapor, la presión interna puede llegar a alcanzar la presión de diseño de la (s) válvula (s) de seguridad que se encuentra(n) acopladas la boquilla de 6" en el casquete superior del recipiente. La capacidad de desfogue de GLP en fase vapor será de 2383.20 m³/min.

ESCENARIO: ESC-009-DIESGAS-18
NODO 3: ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
OPERACIÓN: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. SEMIREGRIGERADO
ELEMENTO: PARED METÁLICA DE LA ESFERA.

Se considera que el recipiente esférico se encuentra al 85% de su capacidad (capacidad de operación). Se considera la formación de un orificio de 1" en la pared del recipiente, el cual se ubica a 2.32 m medidos de NPT al cuerpo de la esfera.

La emisión se considera se lleva a cabo en fase líquida, la cual formará un charco que se volatilizará al absorber calor del entorno y de la superficie del derrame. La temperatura del charco se reducirá al evaporarse el material. Al calcular la tasa de emisión atmosférica, se asume que ocurre una volatilización inmediata del material.

ESCENARIO: ESC-010-DIESGAS-18
NODO 3: ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
OPERACIÓN: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. SEMIREGRIGERADO
ELEMENTO: ESFERA.

Se considera la ocurrencia de un incendio en el sistema de almacenamiento y que este envuelve al recipiente esférico TE-101, con capacidad de 40,000 bls, lo que propicia el desarrollo de una BLEVE (Explosión de vapores en expansión de líquidos en ebullición) de dicho recipiente la cual tiene lugar por la rápida expansión del líquido contenido y por la combustión rápida del GLP. Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 25 % de su capacidad de total, es decir, almacena 1, 590,000 L de GLP en fase líquida a -15° C de temperatura y 2.5 kg/m². Lo anterior se sustenta en el hecho de que el desarrollo de la BLEVE es más probable cuando el tanque está más vacío que lleno.

ESCENARIO: ESC-011-DIESGAS-18
NODO 4: SISTEMA DE RELICUADO.
OPERACIÓN: RECUPERACIÓN DE VAPORES DE GAS L.P.
ELEMENTO: CONEXIÓN BRIDADA DE LA LÍNEA DE GAS VAPOR QUE ENTRA AL CONDENSADOR RECIBIDOR.

Fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la tubería de gas vapor con el condensador recibidor debido a sobrepresión causada por obstrucción en la tubería. Se considera un diámetro equivalente de fuga de 1" y tiempo de respuesta de 10 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -10°C y presión 2.43 kg/m³ Flujo de 1260 kg/hr

ESCENARIO: ESC-012-DIEGAS-18
NODO 5: BOMBAS.
OPERACIÓN: BOMBLEAR GLP LÍQUIDO DESDE ZONA DE LA ESFERA HASTA INTERCAMBIADORES DE CALOR.
ELEMENTO: SELLO DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE GAS L.P BLACKMER LGL-4E

Fuga de gas LP en el área de bombas por falla de sello mecánico de la bomba Blackmer LGL -4E, diámetro equivalente de fuga ¼", tiempo de respuesta 30 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m³ Flujo de 1260 kg/hr

ESCENARIO: ESC-013-DIEGAS-18
NODO 5: BOMBAS.
OPERACIÓN: BOMBLEAR GLP LÍQUIDO DESDE ZONA DE LA ESFERA HASTA INTERCAMBIADORES DE CALOR.
ELEMENTO: LÍNEA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE GAS L.P BLACKMER LGL-4E

Ruptura de la línea de succión por flexión y degollamiento, se considera que actúa la válvula de exceso de flujo. La ruptura se entre la válvula de cierre de emergencia que se encuentra en la línea de líquido y la válvula de bola recta que precede al filtro de paso. Por tanto la cantidad de gas l.p. fugado será la que quede atrapada en el segmento de tubería ubicada entre estas dos válvulas. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 1.94 kg/m³ Flujo de 2400 l/min. La fuga se comportaría como una emisión instantánea PUFF.

ESCENARIO: ESC-014-DIEGAS-18
NODO 6: INTERCAMBIADORES DE CALOR (CALENTADORES)
OPERACIÓN: CALENTAMIENTO DE GAS L.P. PARA ENTREGARLO A LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN REQUERIDAS POR LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
ELEMENTO: VÁLVULAS DE GLOBO RECTAS, O BIEN, INSTRUMENTOS DE LA LÍNEA INTERNA DEL INTERCAMBIADOR QUE CONDUCE GAS L.P. EN FASE LÍQUIDA.

Si debido a una mayor presión de descarga en las bombas y/o bien por falta de alineación en las válvulas de globo a la salida del intercambiador de calor (calentador), se tuviera un mayor flujo de GLP, esto ocasionaría una sobrepresión sobre válvulas de globo rectas, o bien, fuga en instrumentos o en la línea interna del intercambiador. Se considera un diámetro de fuga equivalente a ¼". Tiempo de respuesta 10 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m³ Flujo de 800 L/min

Es necesario aclarar que estos eventos están sobrestimados, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD (FRECUENCIA)} * \text{DAÑO}$$

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo. Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

$$\text{Probabilidad} = \frac{\text{CERO} - \text{BLEVE} - \text{en} - \text{empresas} - \text{privadas}}{\text{En} - 100 - \text{años}}$$

$$\text{Daño} = \frac{\text{CERO} - \text{Víctimas}}{\text{Por} - \text{BLEVE} - \text{en} - \text{empresas} - \text{privadas}}$$

NOTA: Registro observado de un “Análisis histórico de incidentes BLEVE” reportado en el “Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño, Vol. I, pag. 348 Ed. Mc Graw Hill”

Matemáticamente el valor del RIESGO es “**CERO víctimas**”, sin embargo, sabemos que el riesgo siempre existe, además hallar un valor de riesgo siempre es una PREDICCIÓN, por lo que es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación.

Se considera que la explosión BLEVE tiene una probabilidad baja debido a que es consecuencia de una serie de eventos específicos como los que se describen a continuación:

Las medidas de seguridad que actuaran en caso de que se presente esta situación son:

Respuestas de seguridad.

- Válvulas hidrostáticas en todas las tuberías necesarias.
- Sistema de paro de emergencia.
- Válvulas de corte
- Válvulas de exceso de flujo.
- Medidor de nivel tipo radar.

Mitigación.

- Venteo. (Válvulas de seguridad para aliviar exceso de presión en el recipiente de almacenamiento).
- Sistema de aspersión en área de almacenamiento.
- Monitores e hidrante.
- Extintores.

Operaciones de emergencia

- Alarmas.
- Procedimientos de emergencia.
- Equipos de protección personal.

Respuestas de control, respuestas de los operadores.

- Identificación de paros automáticos, tablero eléctrico,
- Capacitación a los operarios (planteros).
- Participación en el desarrollo de simulacros.
- Formación de brigadas.

Agentes externos.

- Promocionarán la participación y desarrollo de Programas de Prevención de Accidentes a nivel interno y externo.

Flujo adecuado de información.

- Desarrollarán propuestas para informar a la población presente en los alrededores y principalmente a las industrias cercanas.

A continuación se integra el Anexo.2, en donde se muestran los datos de especificación de cada uno de los escenarios de riesgo identificados.

Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

ZONAS DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado
Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.			

ZONAS DE AFECTACIÓN POR EL INCENDIO DE UNA NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)	
Zona de fatalidad L.I.I (1.8 %/18000 ppm) (100% de letalidad)	Zona de quemado 0.5 L.I.I (0.9%/9000 ppm) (Se presentan daños graves a equipos)

Cabe mencionar que en el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

Si bien los efectos de la llamarada o *flash fire* es la radiación térmica por el contacto directo de la flama, la literatura disponible proporciona poca información respecto a éstos efectos debido a que el fenómeno de **la llamarada tiene una duración corta, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube. No obstante, se conoce que **las personas que permanezcan dentro del área de flama (L.I.I.) tendrán heridas fatales**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

Por tanto, las zonas de seguridad en torno a la instalación quedarán definidas por los radios potenciales de afectación arrojados por la evaluación de los **EVENTO CATASTRÓFICOS (de menor probabilidad pero de mayor daño)**, los cuales corresponden a la **BLEVE de del recipiente** esférico y a la **ruptura total de la tubería** principal que conduce el gas l.p. del BTG al recipiente esférico. Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 25 % de su capacidad de total, es decir, que al momento de la explosión almacena 1, 590,000 L de GLP en fase líquida a -15° C de temperatura y 2.5 kg/m². Lo anterior se sustenta en el hecho de que el desarrollo de la BLEVE es más probable cuando el tanque está más vacío que lleno.

Se integra a continuación el Anexo 3, en donde se muestra la representación en planos de los radios potenciales de afectación.

II.2. INTERACCIONES DE RIESGO.

EFFECTO DOMINO.

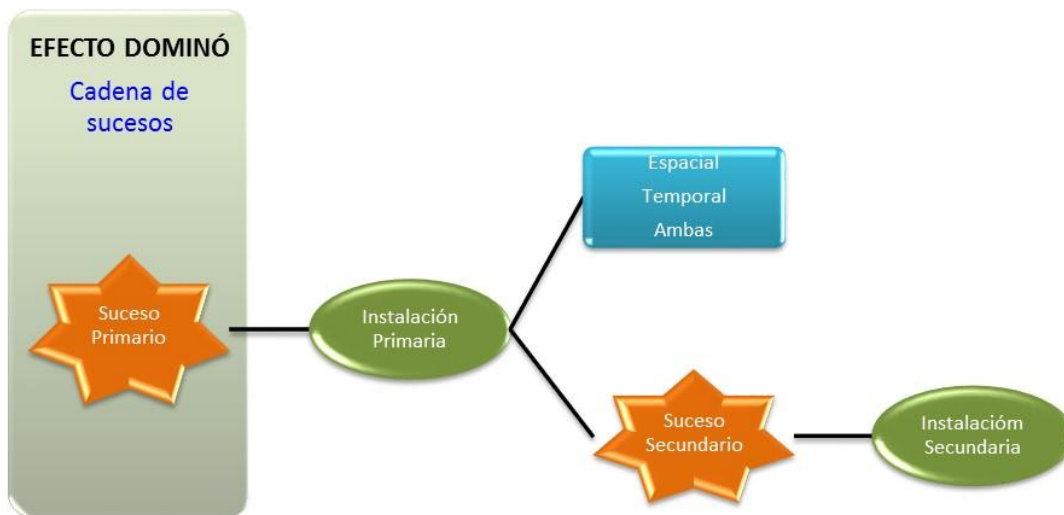
El efecto dominó se puede definir como *"un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por éstos, tanto espacial como temporalmente, generando un accidente grave"*.

La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99, es la siguiente:

"La concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, explosión, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos"

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente: Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "primario" o "iniciador" que afecta a una instalación primaria (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones secundarias.

Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario". La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas.



Por lo que para poder predecir una posible interacción de riesgo **con los equipos o instalaciones que por sus características representen la posibilidad de desencadenar un efecto dominó**, es necesario conocer las distancias entre estos elementos y el punto donde se origina el escenario primario, así como el daño esperado a los equipos de proceso o instalaciones a determinadas sobrepresión o nivel de radiación.

En este sentido, es importante señalar que para daños por radiación térmica se evaluará una posible interacción de riesgo con aquellos *elementos vulnerables exteriores que se encuentren dentro del radio de afectación definido por los niveles de radiación equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m²*, una vez que para los niveles de radiación de 1.4 y 5.0 kW/m², no se registran daños a equipos de proceso y materiales.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor u conductividad de calor en experimentos con calor radiante". *Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951*
Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973

Asimismo, de acuerdo a lo señalado por Robertson, R.B.; (1976). "*Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire*". I. Chem. E. Symposium Series, 47, *Accidental release, assessment containment and control*, 157; refiere que pueden producirse incendios secundarios en edificaciones cuando éstas se hallen sometidas a flujos de radiación superiores a 12.6 kW/m² y en plantas de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables cuando la radiación sea superior a 37.5 kW/m².

El valor límite para edificaciones es inferior al de plantas de proceso debido a la generación de mayores emisiones de vapores inflamables en los elementos estructurales de madera, papel, plásticos, recubrimientos, etc. El segundo límite se fundamenta en estudios sobre distribución de tanques de almacenamiento de productos inflamables, donde se establece que, por razones de seguridad ante el incendio de un tanque, cualquier otro contiguo no debe recibir una radiación superior al valor indicado. El citado autor establece un límite de tiempo en torno a 20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable.

Sumado a lo anterior, se tiene que en cuestión de daños a equipos/materiales por radiación térmica se distinguen dos niveles de daños:

Daño nivel 1: Ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales.

Daño nivel 2: Daños tales como: decoloración seria de una cierta superficie de materiales, levantamiento de pintura y/o apreciables deformaciones de los elementos estructurales.

Lo anterior con base en la literatura "*Methods for the determination of posible damage*" CPR 16E A.J. Roos. Quedando claro que para una situación dada la radiación necesaria

para alcanzar el nivel de daño 1 será mayor que la requerida para el nivel de daño 2, donde el factor tiempo es determinante para definir el nivel de daño.

Los datos que se muestran a continuación son considerados como valores globales de la intensidad de radiación crítica de materiales específicos y son válidos para un **tiempo de exposición mayor a 30 minutos** ver (Tabla II.2.1.).

Tabla II.2.1. Valores globales de la intensidad de radiación crítica de materiales específicos para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos.

Material	Intensidad de radiación crítica kW/m ²	
	Daño Nivel 1	Daño Nivel 2
Madera	15	2
Materiales sintéticos	15	2
Vidrio	4	-
Acero	100	25

Del mismo modo para el análisis de posibles interacciones de riesgo por daños por sobrepresión nos enfocaremos en los efectos sobre equipos de proceso. En este sentido se tiene que:

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones.	Daños menores a equipos de proceso.
Fuente: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier			

Por tanto la evaluación de un posible efecto domino se hará con aquellos *elementos vulnerables exteriores que se encuentren dentro del radio de afectación definido por las ondas de sobrepresión equivalentes a 10, 3 y 1 psi.*

Cabe destacar que en la zona del proyecto por encontrarse dentro del recinto Portuario del Puerto de Pichilingue se desarrollan diversas actividades del tipo comercial, portuario y turístico, tales como: el muelle de usos múltiples 1 y 2, patios de maniobras, muelles camaroneros y de usos múltiples, terminal de transbordadores (carga de pasajeros), Oficinas API-BCS, Sección Aduanera de Pichilingue, Club Hotel Cantamar, entre otros. No obstante el enfoque del presente análisis de interacción de riesgo se centrará sobre aquellas instalaciones en donde se considera pudieran existir *elementos vulnerables con los que en caso de un evento indeseado pudiera desarrollarse un efecto domino.* En este sentido destacan dos instalaciones: la terminal de cemento CEMEX, ubicada al Norte del proyecto y la planta de distribución de gas l.p. propiedad de la misma empresa, ubicada al Oeste del proyecto.

Asimismo, aunque de manera no permanente, se considera la presencia del Buque Tanque como una posible interacción de riesgo. Aunque cabe recalcar que aún no se han definido las características del BTG que suministrará de gas l.p. al proyecto. No obstante para obtener un estimado de los posibles efectos que se tendrían por el efecto domino con el buque se consideraron las características del BTG Cosalá, el cual actualmente suministra a la planta de distribución colindante al proyecto. Por lo que una vez que el proyecto inicie operaciones y defina las características del buque deberá evaluarse nuevamente esta posible interacción de riesgo ver (Tabla II.2.2.).

Tabla II.2.2. Equipos o instalaciones ubicadas dentro de la zona de alto riesgo que por sus características representan la posibilidad de desencadenar un efecto domino.

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aprox. del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
1	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 16.18 m	Buque tanque.	0 m	Daños a equipos de proceso del BTG, que podrían propiciar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 27.46m			Incendio secundarios en el área, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación de BTG
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión.	(10.0 psi): 38.44 m	Buque tanque.	0 m	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo del BTG.
			(3.0 psi): 78.44 m (1.0 psi): 179.07 m	Buque tanque. Muelle CEMEX	0 m 109 m	50% de equipo de proceso dañado. Falla en conexiones.
2	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):10.83 m	Buque tanque	0 m	Daños a equipos de proceso del BTG, que podrían propiciar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 18.35 m			Incendio secundarios en el área, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación de BTG
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 29.14 m	Buque tanque	0 m	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo del BTG.
			(3.0 psi): 59.46 m (1.0 psi): 135.73 m	Muelle CEMEX	109 m	50% de equipo de proceso dañado del BTG. Falla en conexiones del BTG.
3	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):2.83 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 4.84 m			N/A
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 35.92 m	Ninguna	N/A	N/A
			(3.0 psi): 73.31 m	Patín de medición	57 m	El patín de medición se dañaría en un 50% por la onda choque.
4	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):12.93 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 21.87 m			
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 56.28 m	Patín de medición	53 m	El patín de medición se vería dañado al 100% por la onda de choque.
			(3.0 psi): 114.85 m	Esfera	93 m	La esfera, sistema de re-licuado, así como las bombas e intercambiadores sufrirían daños en un 50% de su estructura.
			(1.0 psi): 262.17 m	Sistema de re-licuado	90 m	Falla en conexiones de tanques de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 250 m ³ . Por su parte CEMEX sufriría la demolición parcial de su estructura y el fallo en las conexiones de su equipo de proceso.
				Bombas e intercambiadores	109 m	
				Tanques de gas l.p. 250 m ³	135 m	
				Área de proceso CEMEX	145 m	

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aproximada del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
5	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 41.41 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 70.06 m	Patín de medición	53 m	Incendio secundarios en el área del patín de medición, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación del patín de medición.
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 73.33 m	Patín de medición	53 m	100% de daño sobre el patín de medición
			(3.0 psi): 149.65 m	Esfera	100 m	La esfera, sistema de re-licuado, así como las bombas e intercambiadores y tanques de almacenamiento de gas l.p. de 250 m ³ sufrirían daños en un 50% de su estructura.
				Sistema de re-licuado	85 m	
				Bombas e intercambiadores	115 m	
				Tanques de gas l.p. 250 m ³	135 m	
				Área de proceso CEMEX	145 m	En tanto que los edificios de CEMEX con estructura de acero se verían distorsionados y arrancados de sus cimientos
			(1.0 psi): 341.60 m	Ninguna	N/A	
6	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 8.62 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 14.65 m	Ninguna	N/A	N/A
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión.	(10.0 psi): 19.79 m	Ninguna	N/A	N/A
			(3.0 psi): 40.39 m	Esfera	35 m	La esfera y sistema de re-licuado sufrirían daños en un 50% de su estructura.
			(1.0 psi): 92.20 m	Sistema de re-licuado	35 m	
				Bombas e intercambiadores	50 m	Falla en conexiones de la esfera, sistema de re-licuado, bombas e intercambiadores de calor por la onda de choque.
7	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 2.57 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 4.70 m			
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 24.92 m	Ninguna	N/A	N/A
			(3.0 psi): 50.85 m	Sistema de re-licuado	35 m	50% de dañado en el sistema de re-licuado.
				Esfera	35 m	
				Bombas e intercambiadores	50 m	
			(1.0 psi): 116.08 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	75 m	Falla en conexiones de los tanques de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 250 m ³
8	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 37.19 m	Sistema de re-licuado	12 m	Daños severos al sistema de re-licuado, bombas e intercambiadores de calor y patín de medición, se esperaría el colapso de estructuras por incendio en estos equipos, así como la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además de la rotura o falla de elementos estructurales.
				Bombas e intercambiadores	7 m	
				Patín de medición	35 m	
			(12.5 kW/m ²): 73.60 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	Incendio secundarios en la zona de almacenamiento de la planta de distribución, lo que provocaría la deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación de ambas áreas.
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 63.76 m	Sistema de re-licuado	12 m	
				Patín de medición	60 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta.
				Bombas e intercambiadores	7 m	
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	
			(3.0 psi): 130.12 m	Área de proceso CEMEX	95 m	50% de equipo de proceso dañado.
			(1.0 psi): 297.04 m	Buque tanque gasero	235 m	Falla en conexiones.

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aproximada del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
9	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):13.38 m	Bombas e intercambiadores	7 m	Daños a estos equipos de proceso, por ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 22.86 m	Sistema de re-licuado	12 m	Incendio secundarios en el área, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 58.24 m	Patín de medición	35 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	
				(3.0 psi): 118.85 m	Área de proceso CEMEX	50% de equipo de proceso dañado.
				(1.0 psi): 271.30 m	Buque tanque gasero	Falla en conexiones del BTG.
10	Bola de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 561.86 m	Área de proceso CEMEX	95 m	Daños severos por radiación térmica que puede provocar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	
				Buque tanque gasero	235 m	
				(12.5 kW/m ²): 1099.98 m	Ninguna	N/A
	Explosión BLEVE	Sobrepresión	(10.0 psi): 44.15 m	Sistema de re-licuado	12 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta.
				Bombas e intercambiadores	7 m	
				Patín de medición	35 m	
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	50% de equipo de proceso dañado.
				(3.0 psi): 90.10m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	
				(1.0 psi): 205.67 m	Área de proceso CEMEX	
11	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 2.72 m	Ninguno	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 5.03 m			
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 20.84 m	Bombas e intercambiadores de calor	8 m	100% de daño sobre este equipo de la planta.
				Esfera	12 m	
				(3.0 psi): 42.52 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	50% de la esfera dañada.
				(1.0 psi): 97.07 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	Falla en conexiones de los tanques de gas l.p. con capacidad de 250 m ³ .
12	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 3.07 m	Intercambiadores de calor	2 m	Daños a estos equipos de proceso, por ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 5.24 m			
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 30.09 m	Ninguna	N/A	100% de daño sobre la esfera.
				Intercambiadores de calor	2 m	
				Esfera	7 m	
				Sistema de re-licuado	8 m	50% de equipo de proceso dañado.
				(3.0 psi): 61.41 m	Patín de medición	
				(1.0 psi): 140.18 m	CEMEX	Falla en conexiones.

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aproximada del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
13	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 19.46 m	Intercambiadores de calor	2 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta.
				Esfera	7 m	
				Sistema de re-licuado	8 m	
			(3.0 psi): 39.70 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	30 m	50% de equipo de proceso dañado.
			(1.0 psi): 90.63 m	Patín de medición	50 m	
14	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 2.95 m	Bombas	2 m	Daños severos por radiación térmica que puede provocar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 5.18 m	Ninguno	N/A	N/A
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 20.89 m	Sistema de re-licuado	8 m	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta
			(3.0 psi): 42.63 m	Bombas	2 m	
				Esfera	7 m	50% de equipo de proceso dañado.
			(1.0 psi): 97.32 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	23 m	
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	23 m	Falla en conexiones.
				Patín de medición	50 m	

Por lo que de acuerdo a lo anterior expuesto se puede concluir que:

El desarrollo del efecto domino está directamente relacionado con el vector de escalación que afecta al equipo(s) o instalaciones de interés y con la distancia a la que se encuentra del origen del evento. Es decir, a cada distancia le corresponde una carga de sobrepresión o nivel de radiación, según sea el caso y por consiguiente un posible daño esperado sobre equipos de proceso.

1. La selección de las instalaciones y/o equipos con los que pudiera desencadenarse un posible efecto domino se realizó con base en los radios de afectación por radiación térmica y sobrepresión definidos por las zonas de alto riesgo por daño a equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Destacando por sus equipos, características o sustancias manejadas, las instalaciones de CEMEX, la zona de tanques de almacenamiento de la planta de distribución propiedad de la misma empresa y el buque tanque gasero. Si bien, al sur de las instalaciones de la planta se ubican DIPSA y NEXTEL y al norte a más de 200 m se ubica el muelle de usos múltiple 2, no se prevé un efecto domino con estas instalaciones, dado que se trata de infraestructura telefónica y una terminal con actividades comerciales. Respecto a las instalaciones de la cementera solo se han considerado daños a los equipos de manera general, sin embargo, no es posible plantear el desarrollo de un efecto domino debido a la falta de información respecto a los equipos y/o sustancias que se manejan en esta instalación, una vez que la empresa guarda confidencialidad respecto a su proceso e instalaciones.
2. Básicamente se puede decir que el desarrollo de cualquiera de los escenarios planteados, ya es considerada como un evento secundario, ya que ante el desarrollo de un evento primario en cualquiera de las áreas, evidentemente alguno o varios de los equipos que conforman el Sistema y que se encuentren cercanos al área donde se suscite el evento primario podría verse afectado, fundamentalmente por el desarrollo de incendios secundarios en el área y/o bien por la onda de choque, lo que se traduciría en fallo en los equipos, que irían desde variaciones en las condiciones de operación, fracturas o daño en instrumentos. Cabe destacar que para que el recipiente esférico sufra un daño catastrófico por sobrepresión deberá recibir una onda de choque superior o equivalente a 108.8 kPa (15.78 psi), esta onda de choque alcanzaría el área donde se encuentra la esfera por cualquiera de los eventos generados en el área de bombas e intercambiadores de calor, pudiendo causar un daño catastrófico a la esfera. No obstante, esta se encuentra 2 m por arriba del nivel del área de bombas. Respecto a la ruptura de la línea de recepción, la onda de choque generada por la explosión de la nube de vapor no confinada equivalente a 108.8 kPa no afectaría a la esfera, ya que esta se alcanzaría a una distancia de 34.776 m, y la esfera se encuentra a más de 50 m.

Equipo/Área más cercanos a la esfera	Escenario	Distancia de separación entre la esfera y el equipo o área de interés	*Distancia a la cual se tendría una onda de choque equivalente a 108.8 kPa
Patín de medición	ESC-006	35 m	16.732 m
	ESC-007	35 m	21.065 m
Sistema de re-licuado	ESC-011	12 m	17.620 m
Bombas	ESC-012	7 m	25.439 m
	ESC-013	7 m	16.451 m
Intercambiadores	ESC-014	7 m	17.660 m

*Dichas distancias fueron obtenidas del reporte de resultados del modelo de sobrepresión por nubes explosivas SCRI-FUEGO

Por su parte, los incendios secundarios generados por el desarrollo de cualquiera de los eventos podrían provocar el impacto térmico sobre la superficie del recipiente, quedando este expuesto a fuego directo, es decir, que la superficie del recipiente alcanzara una intensidad de radiación crítica equivalente a 100 kW/m^2 por un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. Sin embargo, para que esto sucediera tendrían que fallar todas las medidas de mitigación y que ningún equipo de emergencia interviniera para eliminar el fuego. Situación poco probable.

Asimismo, cabe destacar la corta duración de la bola de fuego lo cual limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones por radiación térmica. No obstante, el daño catastrófico sobre el recipiente esférico se consideró por el desarrollo de un incendio, dado que la fracción radiante equivalente a 0.4 arroja los radios de mayor afectación ante el desarrollo de una BLEVE. Cabe hacer mención que la BLEVE es más factible de llevarse se a cabo cuando el recipiente está más vacío que lleno, puesto que el material del recipiente queda expuesto al fuego lo que lo debilitaría produciéndose más rápidamente una fractura y la consecuente nucleación espontánea.

3. Por tanto se establece que el evento que se considera tiene potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones es la BLEVE de la esfera. En caso de que esto sucediera podría afectar a los 12 recipientes de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 250 m^3 instalados en la planta de distribución de gas l.p. ubicada al Oeste del proyecto, esto considerando que para que se produzca un daño catastrófico en un recipiente horizontal presurizado se requiere de una onda mínima de sobrepresión de 61.22 kPa (8.87 psi), sobrepresión que se alcanza a los 47.532 m y considerando que la esfera se encuentra aproximadamente a 36 m de la tangente de los tanques de almacenamiento de 250 m^3 más próximos a esta y sumado a la radiación térmica generada por la bola de fuego, se prevé un efecto domino con dichos tanques de almacenamiento.
4. Por otra parte, se considera que las ondas de sobrepresión generadas por el desarrollo de los eventos 1 ó 2 ocasionarían una afectación al buque, específicamente se ha considerado la BLEVE del tanque de carga de mayor capacidad a bordo del buque, debido a la pérdida de integridad mecánica de este por causas indirectas de escalación derivadas del efecto radial de las ondas de sobrepresión sobre los equipos de proceso que se encuentran sobre la cubierta del buque.

A continuación se representan los radios potenciales de afectación causados por radiación térmica producidos por la bola de fuego de la BLEVE de:

- a) Los doce tanques de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros cada uno.
- b) Tanque de carga de mayor capacidad (1312 m^3) a bordo del buque tanque. Si se diera la BLEVE del otro recipiente (1142 m^3) los radios de afectación quedarían confinados dentro de los obtenidos por el de mayor capacidad.

Cabe señalar que dicha situación es prácticamente improbable debido a que si se diera un efecto dominó, **los efectos de cada tanque tendrían una diferencia en tiempo entre BLEVE y BLEVE**, no obstante, esta situación se considera para poder predecir un daño total representativo en

cuestión de consecuencias por la BLEVE de cada uno de los tanques, obteniéndose así los radios totales de afectación.

EFFECTO DOMINÓ.

RADIACIÓN TÉRMICA EMITIDA POR LA BLEVE DEL TANQUE DE CARGA A BORDO DEL **BUQUE TANQUE** CON CAPACIDAD DE 1,312 M³ EL CUAL SE ENCUENTRA AL 90 % DE SU CAPACIDAD

Se considera que la onda de sobrepresión (evento 1 o 2) daña la cubierta del buque y que algún fragmento del equipo dañado en la superficie golpea fuertemente a uno de los recipientes de carga que se encuentran ubicados por debajo de la cubierta del buque, lo que ocasiona la pérdida de su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido. El material liberado en caso de encontrar una fuente de ignición originaría la explosión BLEVE debido a la rápida expansión por la ebullición del líquido liberado. En estas condiciones se supone que el recipiente está al 90% de su capacidad.

El buque tanque cuenta con dos tanques independientes tipo "C" de forma cilíndrica y montados de forma horizontal, con capacidades de 1312 m³ (T-I) y 1142 m³ (T-II) y diseñados para almacenar gas l.p. a una temperatura mínima de carga de -48°C y presión máxima de diseño 7 kg/cm². La densidad del gas l.p. a condiciones de operación son a -35°C y 2.0 kg/cm² es de 613 kg/m³ Cabe mencionar que el diseño y construcción de estos recipientes siguen las normas constructivas que se aplican a los recipientes a presión, lo que implica un estudio de tensiones preciso para evitar sucesos poco deseables como puede ser una explosión.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
		ALTO RIESGO	AMORTIGUAMIENTO
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
413.64 m	866.35 m	1412.34 m	2654.97 m

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (T=25.69 S)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m2) ¹ / ₃ s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	2.53	85.00	2012.40	1974.13
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	5.69	250.00	1366.42	1309.41
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	9.56	500.00	1065.51	991.35
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	27.05	2000.00	647.90	516.94

Para representar la zona de afectación por la BLEVE de dichos recipientes se consideran los resultados arrojados por la evaluación del evento del tanque de mayor capacidad, una vez que los radios de afectación del tanque de menor capacidad quedan confinados dentro de este.

Se anexa a continuación reportes de la simulación realizada.

EFFECTO DOMINÓ.

RADIACIÓN TÉRMICA EMITIDA POR LA BLEVE DE LOS TANQUES DE 250,000 L, UBICADOS EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN UBICADA AL OESTE DEL PREDIO DEL PROYECTO.

Considerando la BLEVE del recipiente esférico y los efectos que tendría en los equipos circundantes, se propone que como consecuencia de la onda de choque que impacta contra uno de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP de 250,000 L aunado a la radiación térmica generada por la bola de fuego, se produce la BLEVE de dichos recipientes la cual tiene lugar por la rápida expansión del líquido contenido y por la combustión rápida del GLP.

Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 90 % de su capacidad de total, es decir, almacena 225,000 L (131636.25 kg) de GLP en fase líquida a condiciones de temperatura ambiental (24.1 °C) y presión normal de trabajo de 7 kg/cm².

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
		ALTO RIESGO	AMORTIGUAMIENTO
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
244.85 m	505.20 m	821.30 m	1542.08 m

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (T=25.69 S)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m2) ^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{4/3} s	3.13	85.00	1055.14	1031.68
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	7.04	250.00	716.44	681.41
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	11.83	500.00	558.67	512.98
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	33.47	2000.00	339.71	257.75

Se anexa a continuación reportes de la simulación realizada.

Cabe recordar que para que se lleve a cabo una BLEVE deben darse ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno, tales como:

- a) Tratarse de un *gas licuado* o un *líquido sobrecalentado* y a presión.
- b) 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.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- A) Limitación de presiones excesivas.
- B) Limitación de temperaturas excesivas.
- C) Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

A) MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

- *Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.*

Las válvulas de seguridad para alivio de presiones, así como los discos de ruptura, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Las válvulas de seguridad bien diseñadas retrasan el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior, sin embargo, tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Por lo que para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas debe de ser como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²).

La capacidad mínima de la válvula o conjunto de válvulas de relevo de presión requeridas debe calcularse mediante la fórmula siguiente: Q

En donde:

- Q Es la capacidad de descarga requerida en m³/min de aire en condiciones estándar a 288.75 K (15.6°C) y 101.325 kPa absolutos (1.003 kgf/cm² absolutos).
- S Es la superficie exterior del recipiente en m².
Para el recipiente esférico en cuestión, $S = 4\pi r^2$

Sustituyendo: $S = 4(3.1416) (11.564)^2 = 1,680.45 \text{ m}^2$

$$= 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$$

Además el recipiente contará con:

- 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515.
- 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664.
- *Control riguroso del grado de llenado del recipiente.*

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. Por este motivo el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado.

El nivel máximo de llenado de la esfera será de correspondiente al 85% de su capacidad. Se establece como el nivel máximo de llenado el 85% de la capacidad total del recipiente de almacenamiento.

Asimismo, en el casquete inferior de la esfera se colocarán válvulas de corte primarias de la siguiente forma:

- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 6" marca Walworth. (Entrada y salida de gas líquido)
- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea equipo de licuefacción).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 6" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada y salida de gas líquido).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea de equipo de licuefacción).

En el casquete superior de la esfera se colocarán válvulas de corte primario de la siguiente forma:

- 1 válvula de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).
- 1 válvula de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).

Cabe destacar que a la salida de los tanques de almacenamiento se tendrán instaladas válvulas internas, las cuales controlarán la entrada y salida del gas al recipiente de almacenamiento y estarán operadas mediante un sistema neumático-eléctrico, en forma tal que se operarán a control remoto para cerrar en forma muy segura desde varios puntos de disparo localizadas. Las válvulas internas, cumplen con las operaciones siguientes: en caso de daños en las tuberías, la fuga hace que la válvula interna por exceso de gasto cierre impidiendo la salida de gas de los tanques de almacenamiento sin

la intervención de ninguna persona ya que ocurre en forma automática. Existe además la posibilidad de cerrar estas válvulas internas usando los accionadores remotos, lo cual además de cerrar el recipiente, interrumpe toda la operación, pudiéndose volver a operar una vez que se corrigió la anomalía.

B) MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios. A continuación se indican las medidas básicas que contempla el proyecto.

- Muro de contención de derrames.

Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames/muro de protección para el recipiente esférico, que consiste en un murete de concreto de 0.60 metros de altura. Para mayor detalle consultar plano [PCH-DG-CIV-010](#), cuya misión fundamental es la de retener un derrame accidental del contenido del recipiente existente en su interior, para evitar la propagación de incendios por la sustancia derramada.

No obstante, de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo.

- Refrigeración del recipiente con agua.

Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima. El agua contra incendios deberá rociar todo el depósito pero en especial su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

En este sentido, el tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410.

El tanque se encontrará protegido mediante sistema de diluvio o sistema de aspersión de agua, cuatro monitores y un hidrante.

Sistema de diluvio

Para el diseño del sistema de diluvio se ha considerado:

$$\begin{aligned} Q &= (S \times 10) + (4 \times 1900) = (1,686.56 \times 10) + (7,600) &&= 24,465 \text{ LPM} \\ &&&= 24.465 \text{ m}^3/\text{min} \\ &&&= 0.407 \text{ m}^3/\text{seg} \end{aligned}$$

Este es el flujo máximo con el sistema de aspersión funcionando al 100% de su capacidad y con los cuatro monitores funcionando, sin embargo, la NOM-015-SECRE-2013, nos permite que el agua sea aplicada en la parte superior del recipiente y que el agua escurra, por lo que para fines de cálculo solo se tomara en cuenta el flujo para el funcionamiento del cono superior más el funcionamiento para los anillos 1 y 2.

El modelo del rociador del cono superior será de la marca Spraying Systems Co. Modelo S2 ½" H-70W, con un gasto de 850 LPM.

En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

Por lo que para el cálculo del gasto se considerará solo el consumo para la parte más desfavorable del sistema que es:

$$Q = (19 + 38) \times 125$$

$$Q = 7125 \text{ LPM}; 7.125 \text{ m}^3/\text{min}; 0.1187 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Se contará con un cuarto de control de válvulas el cual estará a más de 15 m de distancia de la tangente del tanque de almacenamiento. En el cuarto de control de las válvulas de control automático de los sistemas de aspersión se contará con lo siguiente:

- a) Sistema de detección mediante la instalación de un tipo o una combinación de los siguientes detectores: humo, mezclas explosivas o fuego.
- b) Sistema de alarmas con dispositivos visibles y audibles, manuales o automáticos como semáforos con luces que indiquen el área y evento detectado, cornetas, sirenas o parlantes.
- c) Sistema de activación automático mediante un medio neumático, hidráulico, eléctrico o una combinación de estos, los cuales deben permitir su activación remota y manual local.

- *Aislamiento térmico de recipientes.*

Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se podrá limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Un recipiente con protección térmica expuesto a un incendio puede resistir a una BLEVE entre unos 10 minutos para fuegos directos y cercanos a una hora para fuegos no tan próximos.

Según el proyecto mecánico (PCH-DG-MCE-001H1) se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados.

C) PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Cuando un recipiente a presión previamente utilizado vaya a reubicarse o a usarse para el almacenamiento de GLP, es necesario que cuente con el dictamen que acredite el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para Contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, o con aquella que la sustituya, y debe ser evaluado, previo a su instalación, de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., o con aquella que la sustituya.

En el caso específico del recipiente de almacenamiento a utilizarse, no es de reuso, ya que este se armará por primera vez, sin embargo, se realizarán pruebas de espesores de sus placas antes de colocarlas. Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realizará la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Las tuberías que forman parte del sistema de trasiego estarán protegidas de los daños por efecto de la corrosión, mediante un primario orgánico a base de zinc, además de pintura de enlace primario; con la finalidad de aislar las tuberías que integran el sistema de trasiego y así minimizar los efectos de la corrosión sobre estas.

La protección catódica en la sección submarina de la línea de descarga considera una resistividad (resistencia específica) de 22 ohmios (cm para el promedio de temperaturas y salinidad del agua de mar en la Bahía de Pichilingue. En cada sección (cuatro en total) entre bridas de la tubería de 6" de diámetro se tienen soldadas 6 placas de ánodos de zinc de alto amperaje de 10 kilos y 2 placas de ánodos de alto amperaje de 5 kilos.

Esta aplicación tiene una duración de 5 años, por lo que deberá verificarse pasado este tiempo.

Asimismo, deberá verificar su adecuado funcionamiento por medio de las mediciones de potenciales metal/suelo cada año o en un periodo que no exceda 15 meses, empleando una celda o electrodo de referencia, y conservar el registro de dichas mediciones.

Finalmente, el acatar los procedimientos de operación y la supervisión durante las operaciones de trasiego es de vital importancia para prevenir el desarrollo de eventos indeseados.

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

El proyecto que promueve la empresa “**DIEGAS, S.A. de C.V.**” consiste en el diseño y construcción de un “**Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro**”, el cual se pretende instalar en la Bahía de La Paz, en las costas del Golfo de California/Mar de Cortés, a 17 kilómetros aproximadamente de la ciudad de La Paz, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, en Baja California Sur.

El Recinto Portuario de Pichilingue donde se ubica el proyecto constituye una infraestructura bien resguardada por la ex Isla de San Juan Nepomuceno, se ubica a 17 km de la ciudad de La Paz y se enlaza con la carretera Transpeninsular No. 1 que comunica hacia el Sur con el municipio de Los Cabos y hacia el Norte con los municipios de Comondú, Loreto y Mulegé, actualmente en la zona se cuenta con acceso de camino consolidado y restringido para tránsito seguro de los vehículos que ingresan al Recinto

En la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación, el oleaje en esta zona es baja y no tiene variabilidad estacional. Respecto a la batimetría, la Bahía de Pichilingue, presenta profundidades muy variables, es un cuerpo de agua somero y de pendiente suave, con una profundidad que oscila entre 0 y 50 m.

En cuanto a la proximidad con asentamientos humanos cabe destacar que el predio del proyecto se encuentra totalmente alejado de la mancha urbana, una vez que el recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue se ubica a 17 kilómetros de la ciudad de la Paz, lugar donde se concentra la mayor afluencia poblacional. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las localidades más cercanas a la zona de interés se encuentran a más de 1.5 km del área del proyecto con un número de habitantes no mayor a 6 personas.

La zona del proyecto cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación; además que en las colindancias no se realizan actividades pongan en riesgo la integridad de la planta y sus trabajadores. Asimismo, las actividades o uso del suelo en las colindancias son compatibles con las actividades que pretende desarrollar el promovente, al estar inmerso en un sitio estratégico al Sur del recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue, donde el uso de suelo es considerado como portuario, comercial e industrial contando con el dictamen técnico favorable al uso de suelo emitido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur mediante oficio No. OS-0446/2001 (*Anexo B*).

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur, señala que el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA11, cuya política ambiental aplicable es de Aprovechamiento, en la cual se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente. Se considera compatible la ejecución del proyecto por su ubicación en una zona clasificada con Uso de Suelo Portuario, Comercial e Industrial, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue de acuerdo con el Dictamen Técnico Favorable al Uso

de Suelo expedido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur.

En relación al requerimiento que exige la NOM-015-SECRE-2013 en su apartado 2.3 referente al requerimiento de distancias mínimas se tiene que:

- En los predios adyacentes al área del proyecto no se ubican asentamientos humanos, edificios públicos, educativos, guarderías/estancias ni hospitales. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las localidades más cercanas a la zona de interés son: Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro, ubicadas a 1.468, 1.985 y 1.772 km aproximadamente. Cabe destacar que la población total en cada una de estas localidades no rebasa las 6 personas.
- Por el lindero Oeste del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica una planta de distribución de gas l.p., la cual cuenta con 12 recipientes horizontales presurizados especiales para contener gas l.p., la distancia horizontal que existe entre la tangente vertical del recipiente de dicha planta a la tangente del recipiente esférico es mayor a 20 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad de 38°C o menos) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad mayor a 38°C) se encuentra a más de 40 m.
- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y la construcción destinada para el cuarto de control (SCD) es mayor a 15 m.
- La única construcción destinada para ocupación humana dentro del Sistema de Almacenamiento no relacionada con el control de la instalación será la caseta de vigilancia, la cual se ubica a más de 30 de la tangente vertical del recipiente esférico.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque de proceso) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir quemadores u otro equipo que contenga flamas expuestas) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir equipos de combustión, incluyendo hornos de proceso y calderas utilitarias) se encuentra a más de 40 m.

- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y el área de bombas de succión es mayor a 5 m.
- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y los compresores del sistema de re licuado es mayor a 15 m.
- No existen líneas de alta tensión que crucen el predio ni cercanas a este. En tanto que la subestación eléctrica de la planta estará a más de 15 m de distancia de la tangente vertical de la esfera.
- La instalación no contempla instalaciones de carga y descarga de auto- tanques, semirremolques y carro-tanques. En tanto que el área de carga de semirremolques y auto tanques de la planta de distribución de gas l.p. contigua a la zona del proyecto se encuentra a más de 15 m de la tangente vertical del recipiente esférico.
- El fondeadero de amarre se ubica a más de 250 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
- Para el sistema contra incendio se contará con una bomba con motor de combustión interna, la cual estará ubicada dentro del cuarto de máquinas del SCI, el cual se encuentra a más de 15 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
- Dentro del predio que ocupará no existirá ningún área de contención de derrames relacionada con algún tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.
- El recipiente esférico estará ubicado en un área abierta protegido por un murete de concreto de 0.60 metros de altura.
- Las bombas de succión de gas l.p. se encuentran ubicadas fuera del área de protección del recipiente esférico.

En este sentido, se determina que el proyecto es compatible con la infraestructura existente en el área del proyecto, además, de destacar que las actividades del proyecto no contemplan procesos de transformación de materiales o reacciones químicas, además de tener contempladas medidas de prevención y mitigación para los posibles eventos indeseados que pudieran presentarse.

II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Para la delimitación del área de estudio se tomó la superficie establecida como zona de alto riesgo resultante del escenario catastrófico (de menor probabilidad, pero de mayor daño), definido por la BLEVE del recipiente esférico con capacidad total de 6,360 m³ al 100 %, sin embargo, debido a que la BLEVE es más factible de suscitarse cuando un recipiente está más vacío que lleno, para el cálculo correspondiente se utilizó una capacidad equivalente al 25%, es decir, 1,590 m³

A partir de este contexto, y para describir los factores ambientales donde incide el proyecto y que pueden verse involucrados por las actividades de la empresa Diegas, S.A. de C.V., se definieron los siguientes criterios:

📍 **Sistema Ambiental:** será aquella área que por las actividades del proyecto pueda verse afectada, y corresponde al radio de afectación de la **zona de alto riesgo** de **1,769.37 m**, obtenido del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo correspondiente (Figura II.3.1.).

📍 **Área del proyecto y/o Área de influencia:** corresponde a una superficie de **45,809.5925 m²**, que comprende una zona marina de **30,118.37 m²** y un área terrestre de **15,691 m²** (Figura II.3.2.).

Para determinar las características del área del proyecto y del Sistema Ambiental ya delimitado, se realizó el análisis a partir de la ubicación geográfica, así como la valoración de las tendencias de la situación socio-ambiental, se consultó la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de sus herramientas estadísticas y cartográficas con las que cuenta en su página web (Espacio y Datos de México, Inventario Nacional de Viviendas 2016, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, Mapa Digital de México, Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA-SEMARNAT); así mismo se utilizó la información que brinda CENAPRED, CONAGUA etc.

A continuación se presentan las áreas delimitadas:

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.1. Delimitación del Sistema Ambiental correspondiente a la zona de alto riesgo arrojada por la BLEVE del recipiente esférico.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.2. Área del proyecto o área de influencia directa: superficie total de $45,809.5925 \text{ m}^2$, comprende la superficie terrestre de $15,691.2225 \text{ m}^2$ y una zona marina de $30,118.37 \text{ m}^2$.

El Sistema Ambiental se ubica en una *zona marina* que comprende la Bahía de Pichilingue que a su vez forma parte de la Bahía de La Paz, y una *zona terrestre* compuesta por la ex isla de San Juan Nepomuceno, de relevancia se localiza la poligonal del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, B. C. S., donde se realizan actividades de tipo portuario, industrial, comercial y turístico compatibles con las actividades que pretende la empresa DIESGAS, S.A. de C.V. de acuerdo con la autorización de uso de suelo y el dictamen técnico favorable al uso de suelo portuario, comercial e industrial.

De los planes de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano que se encuentran decretados en la zona, está el *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio* (publicado en el DOF el 7 de septiembre de 2012), que ubica a la superficie terrestre del SA así como el área del proyecto dentro de la Región Ecológica 2.32, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica UAB 4 denominada “Llanos de La Magdalena” (Baja California Sur) presenta una Política Ambiental de Preservación y Protección, con rector de desarrollo señalado para Preservación de Flora y Fauna. Además, el SA incide en el *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California* (decretado en el DOF el 29 de noviembre de 2006) específicamente en la Unidad de Gestión Costera 1 llamada Los Cabos–La Paz donde los sectores de mayor aptitud son el turismo y la conservación. De carácter regional se encuentra vigente el *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, B.C.S.*, (publicado el 11 de febrero de 2011 en el Periódico Oficial del estado de B.C.S.) que ubica a la superficie terrestre del SA así como al área del proyecto en la UGA 11, la cual presenta política ambiental de *Aprovechamiento*, donde se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente, se considera compatible con el desarrollo del proyecto.

El área proyecto (45,809.5925 m²) se ubica dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, municipio de La Paz, Baja California Sur, ocupando una superficie terrestre (15,691.2225 m²) y una superficie marina (30,118.37 m²), pese a que se encuentra en una zona donde predominan actividades con uso de suelo portuario, comercial e industrial, la zona presenta características ecológicas relevantes ya que está inmersa en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: *AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur*, además se ubica dentro del *Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz*, en el *área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo*, asimismo el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra), estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, reglas administrativas, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, son áreas consideradas como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente. Pueden ser vulnerables al impacto humano, por lo que durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros, para el proyecto específicamente serán enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo

modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas, para evitar o reducir los impactos ambientales que puedan ocurrir por el desarrollo del proyecto.

Para el caso de la flora representativa en el Sistema Ambiental es de tipo de vegetación de matorral sarcocaula en el área terrestre y vegetación acuática en el área marítima. En el área del proyecto se identificó que la vegetación terrestre se encuentra reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativas de zonas costeras principalmente especies de flora arbustivas tales como *Bursera microphylla* y *Bursera hindsiana*, así como por algunas herbáceas como: *Sida sp.* y *Asclepias sp.*, no encontrándose especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 -SEMARNAT-2010. Asimismo, no se identificaron especies de fauna listados en algún régimen de protección que establece la citada norma.

Sin embargo, en el área del Sistema Ambiental se registraron especies de flora y fauna por ejemplo; *Larus livens* gaviota pata amarilla sujeta a Protección especial (Pr) no endémica, *Mammillaria albicans* biznaga con categoría de Protección especial (Pr) es endémica de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se considera que por las actividades de la empresa en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), incluso las actividades que se prolongan por hasta 30 años en caso de ser autorizado el proyecto, se resumen al trasiego de gas l.p., por lo que no se realizará la afectación de especies flora y fauna, debido a que no se llevará a cabo el aprovechamiento de recursos naturales, además no realizará ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química.

En relación con el paisaje no se ve afectación relevante principalmente porque la zona presenta características de zona costera con presencia de arbustos, y considerando que se encuentra dentro de la Bahía de La Paz y cuenta con gran biodiversidad terrestre y marítima, sin embargo, el paisaje del sitio de estudio se ha visto modificado como consecuencia de la expansión de la instalación de infraestructura con fines de transporte y comerciales del Puerto de Pichilingue. En relación con el componente social, el establecimiento de la empresa brindará la infraestructura necesaria para cumplir con el abastecimiento de gas l.p.

La descripción del Sistema Ambiental se realizó a través de visitas de campo al área del proyecto, y mediante la consulta de Sistemas de Información Geográfica como: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA), puesto a disposición por parte de SEMARNAT, Espacio y Datos de México, Mapa Digital y Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) de la página de INEGI, Atlas Nacional de Riesgo CENAPRED, con la finalidad de complementar la información obtenida en campo para caracterizar y evaluar la situación ambiental y social.

Con base en la información aportada por la información del diagnóstico ambiental en el capítulo IV de la MIA a continuación se **identifican y describen los componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados** por los eventos de riesgo identificados, considerando las zonas de alto riesgo y amortiguamiento de cada uno de los eventos evaluados en el punto II.1

RECURSOS HIDROLÓGICOS.

El Sistema Ambiental se ubica en la Región Hidrológica RH6 denominada Baja California Sureste (La Paz), en la cuenca La Paz-Cabo San Lucas (A), en la Subcuenca La Paz ver (Tabla II.3.1.). La RH6 se ubica en la porción Sur del Estado de B.C.S., comprende 11 500.31 km², de la vertiente del Golfo y va desde el parteaguas oriental de la cuenca de Mulegá hasta la cuenca sur del estado, donde se ubica la población de Cabo San Lucas.

Tabla II.3.1. Rasgos hidrológicos del Sistema Ambiental.

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Tipo
RH6	Baja California Sureste (La Paz)	La Paz-Cabo San Lucas	Exorreica

Fuente: SIATL. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. INEGI.

La cuenca “La Paz-Cabo San Lucas” colinda al Este de la cuenca hidrológica “Baja California Suroeste” y abarca desde el Este de la Punta El Mogote hasta Cabo San Lucas, al Poniente su límite corre sobre las cumbres de las sierras, La Laguna, San Lorenzo y La Victoria ver (Figura II.3.3.).

Su relieve está constituido de sierras altas y bajas, mesetas complejas con cañadas, lomeríos tendidos con bajadas, lomeríos escarpados con cañadas, bajadas con lomeríos, llanura aluvial, valle abierto y ramificado.

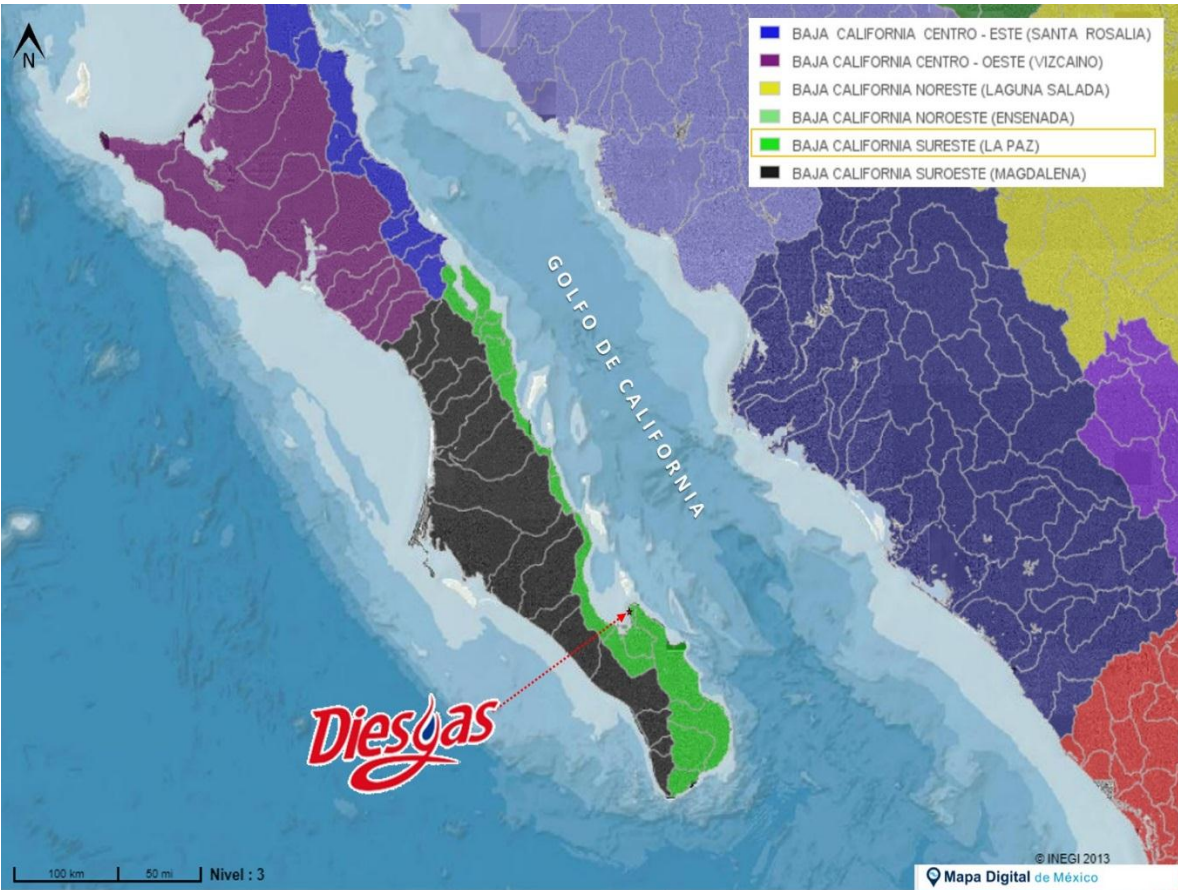


Figura II.3.3. Ubicación del Sistema Ambiental en la Cuenca Baja California Sureste (La Paz).

Fuente: Mapa Digital INEGI. Cuencas Hidrológicas, INEGI.

Dentro de la cuenca se hallan dos unidades de riego: La Paz y Los Cabos. En la primera la superficie regable es de 2 874 hectáreas; se abastece por medio de 57 pozos profundos, 48 a cielo abierto, una presa derivadora y 3 manantiales, que en total registran un gasto de 2,247 litros por segundo. El coeficiente de escurrimiento es de 0 a 5% en las zonas bajas y de 5 a 10% en las partes altas.

- *Hidrología superficial y subterránea*

El estado de Baja California Sur es una de las entidades más áridas del país y en consecuencia, la necesidad del recurso agua es mayor. La existencia de corrientes superficiales permanentes es casi nula, debido principalmente a la escasez de lluvias y a la buena permeabilidad del terreno; sólo en algunas ocasiones se forman escurrimientos provocados en las temporadas de ciclones.

En todo el estado de Baja California Sur, no existen ríos, contando con algunos arroyos, los cuales solo fluye caudal al suscitarse precipitaciones de importancia. De manera particular en el área del proyecto, así como las áreas colindantes dentro de la península de Juan Nepomuceno no se presentan ningún tipo de corrientes superficiales o subterráneas, lo cual es esperado debido a los bajos volúmenes de precipitación anualmente.

Dentro del Sistema Ambiental se ubican arroyos de corrientes intermitentes y existe baja disponibilidad de agua subterránea. En la siguiente *figura* se presenta su localización y distancia con respecto al área del proyecto ver (Figura II.3.4.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.4. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental.

Fuente: Mapa Digital de México INEGI. Corrientes y cuerpos de agua

El Sistema Ambiental se ubica dentro del Acuífero denominado El Coyote, cuyo uso principal es el suministro de agua potable y doméstico, destacando que el acuífero se encuentra en equilibrio con una recarga de 2 mm³/año y una extracción es de 1.3 mm³/año.

Considerando que el Sistema Ambiental comprende una superficie terrestre y una superficie marina a continuación se indica la descripción de la zona marina.

- Zona marina.

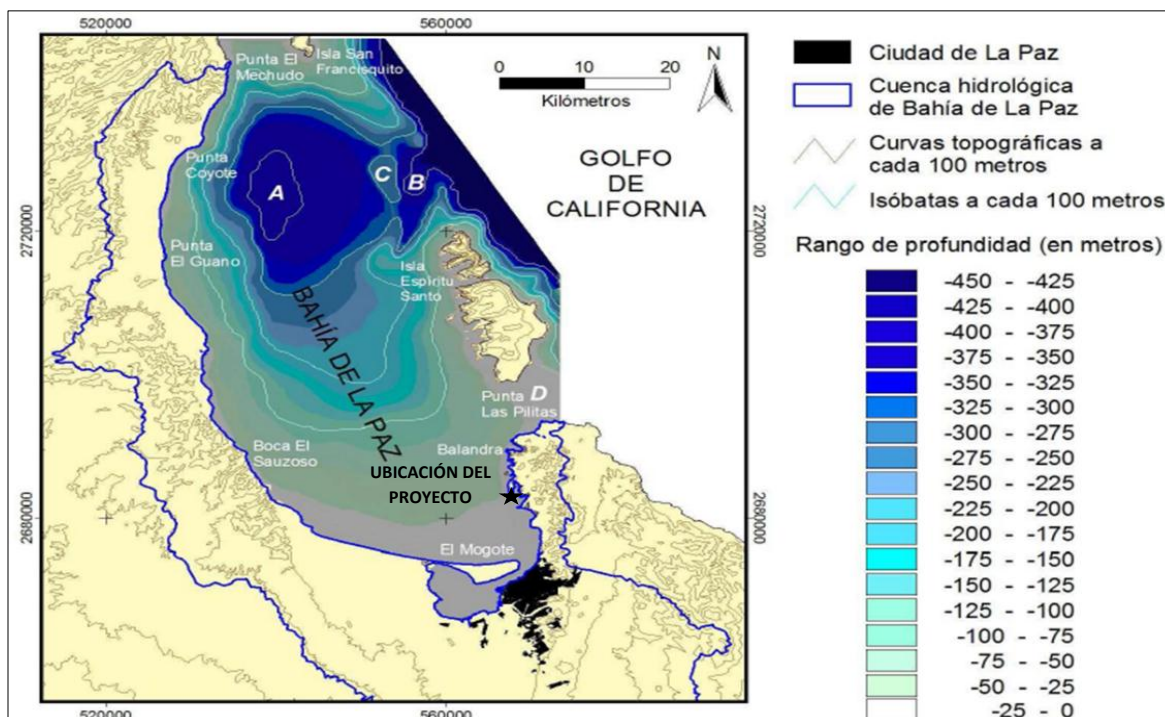
El Sistema Ambiental se localizan en el cuerpo de agua perenne Bahía de Pichilingue, al mismo tiempo inmerso en la Bahía de La Paz, en el Golfo de California/Mar de Cortés, este mar es conocido por su excepcional biodiversidad y elevada productividad primaria, resultantes de la combinación de su topografía, latitud meridional y sistemas de urgencia. La Bahía de La Paz se encuentra en comunicación con el Golfo de California, a través de dos bocas, una conocida como canal de San Lorenzo, localizada entre la península de Pichilingue y la parte sur de La Isla Espíritu Santo y la otra conocida como Boca Grande, localizada entre la parte norte de la Isla espíritu Santo y punta Cabeza Mechuda.

De manera particular el *área del proyecto* se ubica al sur de polígono del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, este sitio es considerado como un puerto de altura y cabotaje, debido a la capacidad para el atraque de buques de gran calado, recibe la mayor parte de carga para el estado de Baja California Sur y se integra por 2 áreas: la zona de transbordadores y la zona comercial, es administrado por la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. (API-BCS). Además el Recinto Portuario constituye una infraestructura bien resguardada por la ex Isla de San Juan Nepomuceno, con escasa precipitación pluvial y mediana variación de mareas, lo que lo hace una de las regiones más seguras del Golfo de California requiriendo mínimas acciones de dragado en el canal de navegación y en las dársenas. A continuación se presenta (Tabla II.3.2.) los niveles de marea en la Bahía de Pichilingue.

La Bahía de Pichilingue está bien protegida y es una de las mejores bahías de esta costa con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado. Para entrar a la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación y la profundidad es de 5 m en ambos lados, aumentando en la parte media hasta 8.4 y 9.8 m, en la (Figura II.3.5.) se observa la Batimetría de la Bahía de La Paz.

Tabla II.3.2. Niveles de marea en la Bahía de Pichilingue.

NIVELES DE MAREA	TEMPORADA
Alta (4 a 7m)	Febrero y abril
Baja (< 4m)	Julio y septiembre
Aguas tranquilas	Verano
Régimen de marea	Semidiurno a diurno



La Bahía de La Paz presenta una temperatura prácticamente horizontal y vertical y varían desde 20 °C en la superficie hasta 10 °C en el fondo; la salinidad se comporta de manera muy similar a la temperatura, pero sólo muestra una diferencia de 1 unidad práctica de salinidad (ups).

Es importante indicar que el Sistema Ambiental se encuentra dentro del Sitio Ramsar HUMEDALES MOGOTE-ENSENADA DE LA PAZ, es el manglar más grande de la ensenada y alberga aves de muchas especies, el 37 % son migratorias y algunas bajo alguna protección especial. Cuenta con una comunidad de mangle bajo alguna categoría de protección y es utilizado por diversas especies para alimentación, refugio y descanso. Conformado de un área de 9,184.07 has. y está constituido con sistemas representativos de agua como riberas cubiertas por bosques de manglar, canales de marea o planicies intermareales y desembocaduras de arroyos de temporal y zonas de transición entre mar y tierra. La zona litoral de la ensenada, es usada como balneario, y uso recreativo de las playas, además se practica el velleo, buceo y la pesca ribereña.

Dentro del sitio Ramsar, se reconoce la existencia de 14 subsistemas de manglar que son de interés para la conservación de especies de aves acuáticas, tanto residentes como migratorias por lo que el programa de manejo reconoce que es necesario abordar de manera particular y ofrecer medidas pertinentes para su protección, restauración y manejo, las zonas más cercanas al área del proyecto son: *SALINAS DE PICHILINGUE (NEPOMUCENO)* se localiza a 200 metros de distancia con respecto al predio de la

empresa en dirección Sur, la región *UNIDAD PICHILINGUE UABCS* se ubica a 1 km de distancia hacia el Noreste del predio de la empresa, *ESTERO BAHÍA FALSA* a más de 1,800 metros en dirección Este aproximadamente, el *ESTERO EL GATO (EL TESORO)* a 2,100 metros hacia el Sureste, y *PLAYA PICHILINGUE-BRUJAS* a un poco más de 2,600 m al Noreste, como se presenta en la siguiente (Figura II.3.6.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Además, el área marina forma parte del Complejo Insular de Baja California Sur clasificada como Región Marina Prioritaria por la regionalización de la CONABIO, ocupa una extensión de 11, 519 km².

VEGETACIÓN Y USO DE SUELO.

México se considera como un país megadiverso tanto en especies de flora como de fauna, esta característica se atribuye a la variedad de geoformas y de climas, que han dado como resultado una diversidad de ambientes. Entre los ecosistemas de gran interés, encontramos a los ambientes desérticos propios de la península de Baja California, en los que destaca la presencia de humedales de todo tipo (montañosos u oasis, efímeros, hipersalinos, playas de anidación, arrecifes coralinos, manglares estuarios etc.).

En la mayor parte de la superficie estatal de Baja California Sur se desarrollan matorrales xerófilos, como los denominados sarcocaul, sarcocrasicaule, desértico micrófilo, crasicaule y mezquite; entre ellos el más abundante es el primero. Estos matorrales presentan frecuentemente baja cobertura y están constituidos de una amplia variedad de formas de vida adaptadas a la aridez, desde grandes cactáceas columnares, arbustos y

herbáceas perennes, hasta pequeñas efímeras estacionales. Otros tipos de vegetación también desérticos, pero más ligados a características edáficas son la vegetación halófila y la vegetación de desiertos arenosos, localizados en el Desierto de San Sebastián Vizcaíno.

Considerando que el área del proyecto y el Sistema Ambiental (SA) están inmersos en el municipio de La Paz, se tiene que en el municipio la vegetación se constituye por el 50% de matorral sarcocaulé, el 15% de selva baja caducifolia, el 15% con matorral sarcocrasicaule, y el resto por otros tipos de vegetación, sin embargo en la actualidad la gran mayoría del territorio se ha visto modificado por la instalación de infraestructura turística, comercial e industrial ver (Figura II.3.7.).

En la siguiente (Tabla II.3.3.) se presenta como se distribuye el tipo de vegetación y uso de suelo en el municipio:

Tabla II.3.3. Superficie y porcentaje del territorio municipal por tipo de suelo y vegetación.

Tipo de vegetación y uso de suelo	Hectáreas	Porcentaje
Agrícola-pecuaria-forestal	33454.93	2.22
Asentamientos humanos	4946.85	0.33
Bosque de encino	29711.77	1.98
Cuerpo de agua	967.10	0.06
Manglar	769.73	0.05
Matorral desértico micrófilo	61397.17	4.08
Matorral sarcocaulé	751669.84	49.98
Matorral sarco-crasicaule	219795.61	14.61
Bosque de mezquite	452.18	0.03
Bosque de encino-pino	7432.23	0.49
Matorral sarco-crasicaule de neblina	127802.43	8.5
Mezquital desértico	16701.25	1.11
Pastizal inducido	2214.56	0.15
Palmar inducido	31.81	0.02
Selva baja caducifolia	219851.45	14.62
Sin vegetación aparente	2759.84	0.18
Vegetación de dunas costeras	3051.56	0.2
Vegetación de galería	4856.21	0.32
Vegetación halófila xerófila	11251.73	0.75
Zona urbana	4826.93	0.32
Total de superficie	1503945.17	100

Fuente: Atlas de Peligros y Riesgos Naturales del Municipio de La Paz, BCS 2012.

La delimitación del Sistema Ambiental, comprende un área terrestre y otra marina, en la superficie terrestre se encuentra la isla de San Juan Nepomuceno, donde se desarrollan matorrales xerófilos de los llamados sarcocaulé, que presentan baja cobertura y están constituidos por gran variedad de formas adaptadas a la aridez, arbustos y herbáceas perenne). Además, el SA forma parte de la poligonal del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, que presenta áreas de uso variado, incluyendo recreativo, campismo, pesca recreativa, turismo náutico, comercial, industrial y zonas de conservación (*ver anexo fotográfico*).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

De acuerdo a la información proporcionada por INEGI el tipo de vegetación en el Sistema Ambiental es *Matorral Xerófilo*. Conjuntamente, al realizar la georreferenciación del área de estudio en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) arroja la siguiente información ver (Tabla II.3.4.).

Tabla II.3.4. Información sobre uso de suelo y vegetación (Ser. IV INEGI 2010).

Áreas delimitadas	Grupo de vegetación	Tipo de Vegetación	Desarrollo de la Vegetación	Fase de la Vegetación Secundaria	Tipo de Veg. / Veg. Sec.
Área del proyecto ó área de influencia (45,809.5925 m ²)	Matorral xerófilo	Matorral sarcocaul e	Primario	Ninguno	Matorral sarcocaul e
Zona de alto riesgo BLEVE tanque esférico Sistema Ambiental	Matorral xerófilo	Matorral sarcocaul e	Primario	Ninguno	Matorral sarcocaul e

Fuente: Sistemas de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. SIGEIA.

FLORA DEL ÁREA DEL PROYECTO.

El área del proyecto es representada por una superficie de **45,809.5925 m²**, conformada por una **zona marina de 30,118.37 m²** y un **área terrestre de 15,691 m²**. La determinación florística se realizó mediante el muestreo de la superficie terrestre, cabe mencionar que en esta área será donde se realizará la cimentación del tanque esférico y de todas las áreas que conforman el proyecto. La zona marina no será intervenida principalmente por que la empresa **DIEGAS, S.A. de C.V.**, dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas de sujeción), la infraestructura marina está en su totalidad instalada y consiste; en el extremo profundo (9 m) se tienen instalados cuatro tubos de fierro, cédula 80 para uso marino y rellenos de concreto, paralela a la línea y para protección de esta contra posibles impactos por embarcaciones marítimas se tiene instalada una línea de tubería de acero a cada lado sobre el lecho marino.

El muestreo en el área terrestre se llevó a cabo mediante la aplicación de la metodología denominada transecto con cuadrantes centrados en puntos, tal y como se muestra en la siguiente (Figura II.3.8.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

La caracterización florística se evaluó a través de los estratos vegetativos presentes en el sitio, para lo cual se realizaron tres transectos con una longitud de 100 m y ancho de 2 m (1 m de cada lado), obteniendo una superficie de muestreo de 200 m², el transecto fue geoposicionado cada 10 m.

Debido a la baja densidad vegetativa observada en el sitio el registro se realizó mediante una observación directa de todas las especies presentes en cada transecto, obteniendo los siguientes datos; punto, coordenada, foto, altura, diámetro a la altura del pecho y cobertura, se puede observar que la vegetación terrestre se encuentra reducida a

pequeños arbustos y herbáceas, representativas de zonas costeras (*ver anexo fotográfico*).

Para la realización del análisis estadístico primeramente se realizó la determinación taxonómica de cada especie registrada en cada transecto, obteniendo un total de 20 individuos correspondientes a 9 especies diferentes pertenecientes a 8 familias, siendo la más representada la familia Burseraceae con 2 especies, mientras que todas las demás familias sólo presentan 1 registro. Finalmente, ninguna de las especies observadas se encuentra bajo algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se determinó la estructura y composición florística del área de muestro a través de variables de abundancia y diversidad obteniendo los siguientes datos: La especie más frecuente y abundante dentro del área de muestreo es la *Asclepias sp. (Candelilla)*, seguida de *las dos especies del género Bursera*. Finalmente se reporta una H' igual a 2.84 donde $H'=0$ implica diversidad nula y $H'=5$ máxima diversidad, por lo cual en el área de estudio la diversidad es media.

Además, para cada espécimen muestreado se midieron las variables de: altura, área basal y cobertura. En la (Tabla II.3.5.) se presenta la información obtenida:

Tabla II.3.5. Valores medios de variables de evaluación florística.

Transecto	Altura (m)	Área basal (m ²)	Cobertura (m)
1	1.12	56.27	1.77
2	0.82	93.16	0.98
3	0.53	5.9	0.60

El área de muestreo presenta una altura promedio de 0.82 m, un área basal de 51.77 m², con una cobertura promedio de 1.11 m, encontrándose que los arbustos con mayor altura y cobertura se encuentran en el *transecto 1* y se debe a la presencia de arbustos de las especies del género *Bursera*. En la siguiente (Tabla II.3.6.) se presenta la información obtenida para los tres transectos de muestreo:

Tabla II.3.6. Especies registradas en el área de muestreo.

Familia	Nombre Común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	UICN*	Nº de Ind.	Abundancia Relativa	Frecuencia	Índice Shannon (H')
Acocynaceae	Candelilla	<i>Asclepias sp.</i>	No presente	No endémica	SC	5	25	0,33	-0,500
Burseraceae	Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	No presente	No endémica	SC	4	20	0,33	-0,464
	Torote	<i>Bursera microphylla</i>	No presente	No endémica	SC	4	20	0,67	-0,464
Fouquieriaceae	Palo de adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	No presente	No Endémica	SC	2	10	0,33	-0,332
Simaroubaceae	Amargoso	<i>Castela peninsularis</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216
Cactaceae	Pitayo dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	No presente	No endémica	LC	1	5	0,33	-0,216
Malvaceae	Escoba	<i>Sida sp.</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216
Asteraceae	Sin nombre	<i>Pseudognaphalium sp</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216
Solanaceae		<i>Lycium brevipes</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor); SC: Sin Categoría.

En la (Figura II.3.9.) se muestran las especies de flora registrada en el área de muestreo.



Figura II.3.9. Especies de flora registradas en el área de muestreo; 1) *Stenocereus thurberi*, 2) *Fouquieria diguetii* y *Bursera microphylla*.

FLORÍSTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La flora representativa del *Sistema Ambiental* es de tipo de vegetación de matorral sarcocaula en el área terrestre y vegetación acuática en el área marina (*ver anexo fotográfico*). Para conocer la composición florística del sitio terrestre se realizó una visita, donde a través de observación directa se tomaron los registros de las diferentes especies encontradas, las cuales fueron determinadas taxonómicamente y ratificadas con bibliografía del sitio de estudio. A continuación, se presenta las especies vegetales registradas en la superficie terrestre del Sistema Ambiental del proyecto ver (Tabla II.3.7.).

Tabla II.3.7. Listado de especies vegetales registradas en la superficie terrestre del Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	UICN*
Acocynaceae	<i>Asclepias</i> sp.	Candelilla	No presente	No endémica	SC
Aizoaceae	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillos	No presente	No endémica	SC
Asteraceae	<i>Pseudognaphalium</i> sp.	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	Copal	No presente	No endémica	SC
	<i>Bursera hindsiana</i>	Torote	No presente	No endémica	SC
Cactaceae	<i>Cylindropuntia cholla</i>	Choya pelona	No presente	Endémica	LC
	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	No presente	Endémica	LC
	<i>Stenocereus thurberi</i>	Pitayo dulce	No presente	No endémica	LC
	<i>Mammillaria albicans</i>	Biznaga	Protección Especial	Endémica	LC
	<i>Opuntia</i> sp.	Nopal	No presente	No endémica	SC
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce</i> sp.	Hierba de la golondrina	No presente	No endémica	SC
Fouquieriaceae	<i>Chamaesyce</i>	Palo de adán	No presente	No endémica	SC
Krameriaceae	<i>Krameria pauciflora</i>	Abrojo rojo	No presente	No endémica	SC
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Escoba	No presente	No endémica	SC

Nyctaginaceae	<i>Abronia maritima</i>	Alfrombrilla	No presente	No endémica	SC

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor); SC: Sin Categoría.

Continuación: Listado de especies vegetales registradas en la superficie terrestre del Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT-2010	Endemismo	UICN*
Onagraceae	<i>Oenothera drummondi</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Poaceae	<i>Jouvea pilosa</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Simaroubaceae	<i>Castela peninsularis</i>	Amargoso	No presente	No endémica	SC
Solanaceae	<i>Lycium brevipes</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Capparaceae	<i>Atamisquea emarginata</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor); SC: Sin Categoría

Además, para conocer la diversidad de especies vegetales presentes en la zona marina del Sistema Ambiental, se recabo información bibliográfica referente a la Bahía de la Paz, al ser el área marítima más cercana al área del proyecto y con la que se cuenta mayor información, además de consultar información de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur (API-BCS). De los datos recabados se muestra un listado de las familias susceptibles a encontrarse en el área del Sistema Ambiental ver (Tabla II.3.8.).

Tabla II.3.8. Especies registradas en el área marítima del Sistema Ambiental.

Familia	# de Especie	Familia	# de Especie
Ulvaceae	14	Galaxauraceae	6
Ulvellaceae	4	Helminthocladiaceae	6
Cladophoraceae	18	Gelidiaceae	5
Anadyomeniaceae	2	Ahnfelthiaceae	2
Siphonocladaceae	6	Hildenbrandiaceae	1
Bryopsidaceae	3	Corallinaceae	23
Codiaceae	6	Cryptonemicae	1
Caulerpaceae	3	Dicranemaceae	1
Udoteaceae	2	Gigartinaceae	1
Dasycladaceae	3	Gratelupiaceae	4
Ectocarpaceae	8	Hypneaceae	3
Ralfiaceae	3	Halymeniaceae	3
Syctosiphonaceae	7	Nemastomataceae	2
Sphacelariaceae	5	Phylloporaceae	1
Dictyotaceae	10	Soleriaceae	1
Sporochinaceae	1	Wurdemanniaceae	1
Sargassaceae	8	Squamariaceae	2
Goniotrichaceae	1	Bonnemaisoniaceae	1
Erythropeltidaceae	3	Champiaceae	2
Banciaceae	4	Rhodophyllidaceae	1
Acrochaeticaceae	4	Rodymeniaceae	2
Ceramiaceae	17	Delesseriaceae	6
Dasyaceae	3	Rhodomelaceae	38

En Anexo de la MIA-P se presentan los listados de flora del área de muestreo y del Sistema Ambiental.

FAUNA.

- Área del proyecto

Para determinar las comunidades faunísticas presentes en el área del proyecto se realizaron observaciones directas no sistemáticas, a través de muestreos en los mismos transectos establecidos para la vegetación. Particularmente en el área total del proyecto se observaron las siguientes especies ver (Tabla II.3.9.).

Tabla II.3.9. Especies de fauna registrada en el área total del proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN*	Endemismo	Nº de Ind.
AVES						
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	No presente	LC	Introducido	8
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote común	No presente	LC	Nativo Norte América	4
Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullid or orejudo	No presente	LC	No endémica	1
REPTILES						
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija espinosa	No presente	LC	No endémica	1
INVERTEBRADOS						
Apidae	<i>Apis sp.</i>	Abeja	No presente	LC	No endémica	1
Vespidae	<i>Polistes sp.</i>	Avista	No presente	LC	No endémica	1

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación menor); SC: (Sin Categoría).

En el área del proyecto no se identificaron especies de fauna listados en algún régimen de protección que establece la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

- Área del Sistema Ambiental.

Con la finalidad de determinar las especies de fauna que se encuentran en el área terrestre del Sistema Ambiental se realizó un transecto de 500 m sobre el cual se realizaron observaciones directas donde cada 100 m se permaneció durante 10 minutos, registrando todos los individuos detectados, cabe mencionar que el recorrido se realizó bajo este sistema dado que algunos de los terrenos que se ubican dentro de la delimitación del sistema ambiental son de acceso restringido (propiedad de la SEMAR Armada de México y/o propiedad privada). A continuación, en la (Figura II.3.10) y (Tabla II.3.10.) se muestra la información obtenida en las observaciones de campo realizadas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Tabla II.3.10. Especies de fauna registrada en el transecto.

Familia	Nombre Común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN*	Endemismo	Nº de Ind.
AVES						
Ardeidae	Garza Morena	<i>Ardea herodias</i>	No presente	LC	No endémica	1
Accipitridae	Aguililla roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	No presente	LC	No endémica	1
Trochilidae	Colibri	<i>Calypte sp.</i>	No presente	LC	No endémica	1
Charadriidae	Chorlo pico grueso	<i>Charadrius wilsonia</i>	No presente	LC	No endémica	2
Fregatidae	Fragata magnífica	<i>Fragata magnificens</i>	No presente	LC	No endémica	12
Laridae	Gaviota pata amarilla	<i>Larus livens</i>	Protección especial	LC	No endémica	8
Passeridae	Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	No presente	LC	Introducido	5
Pelecanidae	Pelicano pardo	<i>Pelecanus occidentalis</i>	No presente	LC	No endémica	2
Podicipedidae	Zambullidor orejudo	<i>Podiceps nigricollis</i>	No presente	LC	No endémica	1
REPTILES						
Phrynosomatidae	Lagartija espinosa	<i>Sceloporus sp.</i>	No presente	LC	No endémica	2

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor).

Además, para conocer la fauna susceptible a encontrarse dentro del área del Sistema Ambiental de la superficie marina, se realizó una revisión bibliográfica de las especies registradas en el sitio, así como de la Bahía de la Paz por su cercanía al área del proyecto y donde se tienen más datos. De los datos recabados se muestra un listado de las familias de fauna susceptibles a encontrarse en el área del Sistema Ambiental (Tabla II.3.11.) (se anexa listado completo por especie en anexo correspondiente).

Tabla II.3.11. Especies registradas en la Bahía de la Paz, susceptibles a encontrarse en el Área marítima del Sistema Ambiental.

VERTEBRADOS	
GRUPO	# DE ESPECIES
Peces	133
Mamíferos	31
Aves Acuáticas	125
INVERTEBRADOS	
CLASE	# DE ESPECIES
Pepecypoda	23
Gastropoda	68
Scaphopoda	1
Polyplacophora	1

Se incluye en apartado correspondiente las listas de flora y fauna.

Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible la observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; *Larus livens* (gaviota pata amarilla), y *Mammillaria albicans* (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.

PAISAJE.

La inclusión del paisaje se sustenta en dos aspectos fundamentales; el concepto de paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto. Los aspectos más relevantes que se deben tomar en cuenta para la descripción del paisaje son:

- La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Para el Sistema Ambiental y a partir del área del proyecto este aspecto comprende una superficie terrestre con una topoforma de tipo sierra, la cual presenta una superficie principalmente plana con pendientes pronunciadas en su declive hacia el mar con un talud de hasta 4.5 m, no existe en las inmediaciones ninguna elevación de importancia, la demás superficie corresponde a una zona marina perteneciente a la Bahía de Pichilingue y Bahía de La Paz. En la superficie terrestre del área del proyecto se mantiene vegetación de tipo matorral sarcocaula reducida a pequeños arbustos y herbáceas representativas de zonas costeras (ver *anexo fotográfico*), la zona marina por una parte pertenece a la Bahía de Pichilingue, en esta superficie se encuentra infraestructura marina; se dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas) propiedad de la empresa **DIEGAS, S.A. de C.V.**

- La calidad paisajística incluye tres elementos de percepción;

1) Las características intrínsecas del sitio, en este caso para el área del proyecto (45,809.5925 m²), comprende dos zonas a) *zona terrestre* (15,691.2225 m²) donde se construirá el proyecto, en esta zona se mantiene vegetación de tipo matorral sarcocaula reducida a pequeños arbustos y herbáceas representativas de zonas costeras, y b) *zona marina* (30,118.37 m²) perteneciente a la Bahía de Pichilingue, en esta superficie se

encuentra infraestructura marina; se dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas) propiedad de la empresa DIEGAS, S.A. de C.V. por lo que no existirán cambios y/o afectaciones en el área marina. Que el área del proyecto colinda con establecimientos industriales (Terminal de Cemex al Norte y en dirección Sur con infraestructura telefónica de AT&T Pichilingue, en dirección Oeste se encuentra Planta de Distribución de Gas L.P. y por el lindero Este se ubica el canal de acceso al Recinto Portuario en la Bahía de Pichilingue), asimismo al estar inmerso en la poligonal del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, predominan las actividades de tipo portuarias, comerciales e industriales.

2) La calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; esta área comprende vegetación de matorral sarcocaula dentro de la ex Isla de San Juan Nepomuceno, además no presenta corrientes de agua, se observa el canal de navegación y la dársena de la Bahía de Pichilingue en dirección *Noreste y Este*, la Bahía está bien protegida con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado. En el canal para entrar a la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación y la profundidad es de 5 m en ambos lados, aumentando en la parte media hasta 8.4 y 9.8 m.

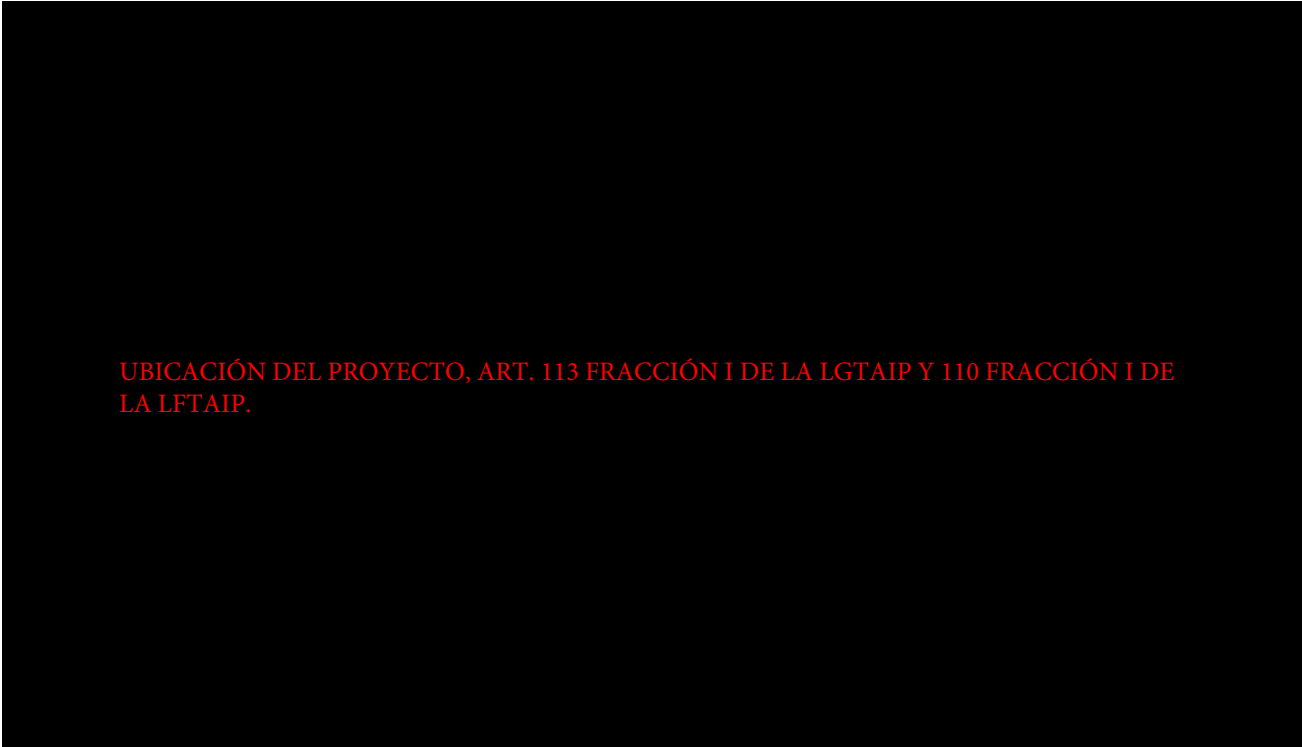
3) La calidad del fondo escénico, de las características ambientales que presenta el SA; el tipo de vegetación terrestre es matorral sarcocaula y matorral sarco-crasicaule, sin embargo el principal uso de suelo es portuario, comercial e industrial con base al dictamen favorable de uso de suelo emitido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur. A pesar de las actividades en la zona, la visibilidad desde el área del proyecto aún puede apreciarse el fondo paisajístico, debido a que existe poca infraestructura que sirva de barrera visual por lo que se aprecia la presencia dominante de zonas costeras.

- La fragilidad del paisaje es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. Los aspectos considerados en el paisaje no serán alterados, actualmente este factor se encuentra modificado y alterado por las actividades portuarias, comerciales e industriales que se llevan a cabo en el recinto desde 1963, año en que inició actividades el Puerto. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto está inmerso en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: AICA 93 Ensenada de La Paz, y la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur, también se ubica dentro del Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz, en el área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo, además el Sistema Ambiental incide en una parte de la Zona de Amortiguamiento, Subzona de Uso Tradicional Ensenada Falsa del Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra), estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, además de que son áreas consideradas como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente.

Pueden ser vulnerables al impacto humano, por lo que durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros, para el proyecto específicamente serán enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos,

aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas.

Finalmente, de las actividades que pretende el promovente se mantiene continua comunicación con la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. (API-BCS, S.A. de C.V.), contando con el oficio de acuse dirigido a la Dirección General de la APIBCS, con fecha del 27 de julio de 2018, donde se solicita una ampliación de una superficie terrestre de 1,003.17 m² adicional, que será utilizada para las actividades operativas de la empresa y formará parte del área del proyecto como se indica en el *Capítulo II de la MIA-P*. Además del oficio de solicitud de autorización de obra “Planta de almacenamiento para suministro de gas l.p. en terminal marítima” con tipo de actividad o giro industrial: Almacenamiento de Gas L.P. considerada de alto riesgo, ubicado en el recinto portuario del Puerto de Pichilingue, B.C.S. dirigido a la Dirección General de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. con fecha del 10 de agosto de 2018 ver (Figura II.3.11.).



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.11. Ubicación del proyecto inmerso en la parte Sur del polígono del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, y delimitación del Sistema Ambiental.

ASENTAMIENTOS HUMANOS.

El SA y el área del proyecto se localiza en el municipio de La Paz, a 17 km de la ciudad del mismo nombre, específicamente en el Puerto de Pichilingue, por lo que las actividades económicas y la mayor afluencia poblacional se concentran en La Paz. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario

Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las **localidades más cercanas al S.A.** ver (Tabla II.3.12.) y (Figura II.3.12.).

Tabla II.3.12. Ubicación de localidades más cercanas al SA.

Localidad	Distancia aprox. con respecto al área del proyecto	Población total Fuente: INEGI. Principales resultados por localidad, ITER. BCS
Puerto Pichilingue	1.468 km	6 personas
La Estela	1.985 km	5 personas
Playa El Tesoro	1.772 km	1 persona

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

*Fuente: Mapa Digital de México INEGI.
Localidades rurales vigentes, Nombres de localidades y Localidades dispersas.*

Para conocer la información sociodemográfica y económica puntual del Sistema Ambiental, se sometió dicha área al software de Inventario Nacional de Viviendas, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI (Página web), del cual se desprende la siguiente información:

La delimitación del Sistema Ambiental comprende un total de 12 manzanas, sin embargo, no se reporta ninguna concentración poblacional.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS.

A continuación se presenta la distribución de los comercios inmersos en el Sistema Ambiental, se indica la distancia con respecto al área del proyecto, y que forman parte de la dinámica económica en la que se integra la empresa ver (Tabla II.3.13.) y (Figura II.3.13.).

Tabla II.3.13. Establecimientos económicos inmersos del Sistema Ambiental.

	Actividad económica	Personal	Distancia aprox. con respecto al límite del área del proyecto
Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de DIEGAS, S.A. de C.V.	Comercio de Gas L.P.	11 A 30 personas	Se ubica al Oeste del área del proyecto.
Cemex Cemento	Terminal de Cemento	51 a 100 personas	10 m al Norte.
Acuacultura Mahr	Camaronicultura	51 a 100 personas	351 m hacia el Norte.
Destacamento Armada de México San Juan Nepomuceno	Actividades de Seguridad Nacional	6 a 10 personas	1,565 m en dirección Norte
Transportadora Geos	Autotransporte foráneo de carga granel	11 a 30 personas	1,562 m en dirección Norte
EARTH OCEAN FARMS S DE RL CV	Piscicultura y otra acuicultura, excepto camaronicultura	11 a 30 personas	1,562 m en dirección Norte
Universidad Autónoma de BCS Unidad Pichilingue	Escuelas de educación superior del sector público	11 a 30 personas	1,230 m en dirección Este.
Oficinas API-BCS	Administración de Puertos y Muelles	51 a 100 personas	1,543 m al Noreste.
Sección Aduanera de Pichilingue	Administración pública en general	11 a 30 personas	1,435 m hacia el Noreste.
SCPP Bella Vista de Pichilingue	Pesca y captura de peces, crustáceos, moluscos y otras especies	6 a 10 personas	1,712 m en dirección Norte
Blue Genetics México	Camaronicultura	6 a 10 personas	1,685 m en dirección Norte
Club Hotel Canta Mar	Hoteles con otros servicios integrados	6 a 10 personas	1,715 m en dirección Norte
Baja Ferries	Transporte marítimo de cabotaje, excepto de petróleo y gas natural	51 a 100 personas	1,715 m en dirección Norte
Transportadora Marítima de California	Transporte marítimo de cabotaje, excepto de petróleo y gas	11 a 30 personas	1,804 en dirección Noreste

	natural		

Fuente: INEGI. Inventario Nacional de Viviendas 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.13. Establecimientos económicos inmersos en el Sistema Ambiental.
Fuente: INEGI. Inventario Nacional de Viviendas 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

Considerando que el área del proyecto forma parte de los cesionarios del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue localizándose al Sur del polígono del Recinto, sitio regulado por la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur (API BCS) zona federal que comprende las áreas de agua y terrenos de dominio público destinados al establecimiento de instalaciones y a la prestación de servicios portuarios en el municipio de La Paz, B.C.S.

El puerto de Pichilingue se ubica dentro de la Bahía de La Paz en las costas del Golfo de California/Mar de Cortés, a 17 Km de la ciudad de La Paz y se enlaza con la carretera Transpeninsular que comunica hacia el Sur con el municipio de Los Cabos y hacia el Norte con los municipios de Comondú, Loreto y Mulegé, continuando hacia la localidad de Tijuana en el estado de Baja California. Inició operaciones en 1963, año en que se construye un muelle con rampa para transbordador y el Edificio Terminal para Pasajeros, siendo administrados por Puertos Mexicanos.

Siendo un puerto de altura y cabotaje, abriga embarcaciones que transportan carga general, cemento a granel y Gas L.P., distinguiéndose por la atención a embarcaciones tipo Ferries en sus rutas regulares La Paz-Mazatlán y La Paz-Topolobampo del estado de Sinaloa, constituyéndose en el principal vínculo con el macizo continental para la transportación de carga y pasaje. Se reciben megacruceros cuyo pasaje se traslada a sitios turísticos del Puerto de La Paz.

Que el Recinto Portuario está formado por una poligonal de 1, 265,593.54 m² que comprende una superficie marina y una superficie terrestre. Se integra por 2 áreas: la Zona de Transbordadores y la Zona Comercial, contando con tres muelles y rampa para transbordadores, una rampa para transbordador, un muelle de pesca, dos muelles de usos múltiples, terminal de cemento, patio de maniobras, patios de almacenaje, una bodega, un cobertizo, un almacén, áreas de revisión para autoridades y oficinas administrativas, así como el área del proyecto. La marina situada en el puerto atiende el segmento de Turismo Náutico que comprende embarcaciones de recreo y yates turísticos, principalmente.

A continuación se muestran las actividades que se llevan a cabo, cabe mencionar que la zona es clasificada con uso portuario, comercial e industrial, confiriéndole un sitio estratégico para el desarrollo del proyecto ver (Figura II.3.14.).

Figura II.3.14. Infraestructura del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

RECINTO PORTUARIO PUERTO DE PICHILINGUE INFRAESTRUCTURA	
1	Muelle y rampa para transbordador No. 1
2	Muelle y rampa para transbordador No. 2
3	Muelle y rampa para transbordador No. 3
4	Rampa de atraque para carga y pasajeros en transbordador
5	Muelle de Usos Múltiples No. 1
6	Muelle de Usos Múltiples No. 2 y cruceros
7	Muelle Camaronero
8	Muelle Flotante de CEMEX
9	Fondeadero de CALIGAS (DIESGAS)
TERMINAL DE TRANSBORDADORES	
ÁREAS DE ALMACENAMIENTO	
Terminal De Transbordadores	
10	Patio De Carga General
11	Cobertizo
12	Patio Muelles 1 y 1 Bis
13	Patio Muelles 2, 3 y 4.
Muelle de Camaroneros	
14	Patio de Muelle
Muelle de Usos Múltiples 1	
15	Patio Muelle
Puerto Comercial	
Muelle de Usos Múltiples 2	
16	Bodega
17	Cobertizo
18	Patio Muelle
19	Muelle de Cemex (Granel Mineral)
20	Muelle Caligas (Descarga de Gas L.P.) Almacenamiento de Gas l.p.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN). CONEXIÓN BTG CON LINEA DE RECEPCIÓN						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
1	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desprendimiento de la manguera durante la conexión de la válvula de descarga del BTG con la manguera.	Radiación térmica. 37.5 kW/m²: 16.8 m 12.5 kW/m²: 27.46 m 5.0 kW/m²: 42.61 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m²: 78.39 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje y Vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Se considera que la fuga se lleva a cabo en dos etapas, la primera tiene lugar por la continuidad en el funcionamiento de la bomba booster, es decir, la emisión en esta etapa se considera como la característica de un chorro horizontal. La segunda por la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff, es decir, una emisión instantánea. a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 38.44 m 3.0 psi: 78.44 m 1.0 psi: 179.07 m	Sobrepresión 0.5 psi: 304.38 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX y planta de distribución de gas l.p. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque gasero.	EL evento se desarrolla a bordo del BTG. <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Infraestructura telefónica.....280 m Propiedad SEMAR.....247 m CEMEX (área de proceso).....255 m Zona de tanques (planta).....270 m	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La calidad del aire se vería afectada por la emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante, debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. Sin embargo, se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. Por tanto se tiene que para el:

Caso 1. La masa que se fuga debido a la operación de la bomba booster del BTG está en función de la capacidad de descarga de 40 Ton/h; alcanzará su límite inferior de inflamabilidad desde 1.00 m hasta los 50.33 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.00 m hasta los 33.89 m provocando graves daños a equipos en dirección del viento.
Caso 2. Emisión instantánea. La masa que se fuga debido al desprendimiento de la manguera durante la descarga del buque tanque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I en dirección X desde el origen hasta 17.02 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanza a los 21.64 m provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que el BTG será el equipo que se prevé sea el afectado por el desarrollo de este evento, ya que tanto el nivel de radiación de 37.5 y 12.5 kW/m² inciden directamente sobre este, lo que se traduce en afectaciones serias, que van desde el desarrollo de incendios secundarios sobre la cubierta del BTG hasta la posible ignición de los tanques de almacenamiento a bordo del BTG, lo que pudiera ocasionar la falla de estos y el desarrollo de la BLEVE de dichos recipientes, situación que ya fue evaluada en el punto II.2. No obstante, para que sucediera la falla catastrófica de dichos recipientes es necesario que dicha dosis de radiación sea por un tiempo mínimo de exposición de 30 min, situación que es poco probable dadas las medidas de mitigación con las que cuenta el buque y a la pronta intervención de las brigadas de emergencia. En cuanto al personal del BTG expuesto a estos niveles de radiación se tiene un 100% de letalidad.

En tanto que los niveles de radiación equivalentes a 5.0 y 1.4 kW/m² no inciden sobre ningún área terrestre ni edificación. El nivel de radiación de 5.0 kW/m² se alcanza hasta los 42.61 m, en donde aún se encuentran los extremos del buque, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños a equipos y materiales. No obstante, si en esta zona se encontraran integrantes de la tripulación podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos, así como quemadura de 1er grado. En cuanto a la flora y fauna dentro de este radio de afectación, cabe mencionar que el efecto es del tipo radial por lo que los componentes marinos no se verían afectados. De igual forma dentro del radio de afectación por 1.4 kW/m² solo se ubica el área marina, a este nivel de radiación no se registran daños por un tiempo de exposición prolongado.

Por otra parte, las ondas de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños directos a los equipos que se encuentran sobre la cubierta del buque, existiendo la posibilidad de que algún fragmento de los equipos dañados golpee fuertemente a uno de los tanques de carga a bordo del buque, los cuales se ubican por debajo de la cubierta de este, ocasionando el desarrollo de un evento secundario (efecto domino), que puede ir desde una fuga hasta la BLEVE del recipiente debido a la pérdida de su integridad mecánica. Para efectos de considerar el mayor daño representativo se consideró el evento máximo catastrófico (BLEVE del tanque de carga de mayor capacidad)

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica	280 m	<0.87 psi	Sin daños relevantes.
Zona de tanques de almacenamiento de la planta	268 m	<0.87 psi	1% de daño al equipo.
Propiedad SEMAR	247 m	<0.87 psi	Sin daños relevantes.
CEMEX (área de proceso)	255 m	<0.87 psi	1% de daño al equipo.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas, la tripulación a bordo del BTG y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 179.07 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 304.38 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa contará con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Válvula manual de cierre rápido y válvula de seguridad a control remoto en el manifold de descarga del BTG. 2. La línea de descarga (segmento submarino de tubería) cuenta con una válvula de no retroceso y válvula de cierre rápido, asimismo la manguera cuenta con válvula de cierre rápido. 3. Procedimientos de operación. 4. Mantenimiento del sistema de trasiego, sistema contra incendio de la planta, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad. 5. Supervisión durante la maniobra de conexión por parte del Primer Oficial de Cubierta. 6. Certificación del personal que realiza las operaciones de trasiego por parte de Marina Mercante. Cada 5 años el personal recibe capacitación para realizar operaciones de trasiego y manejo de gas l.p. 7. Medidas de seguridad dictaminadas en La Ley de Puertos durante la descarga: - Queda prohibido fumar en las bodegas cubiertas y pasillos exteriores de los buques mientras efectúan operaciones de carga y descarga (Artículo 115). - En caso de incendio a bordo o en los muelles en que se encuentre atracado el buque se darán los avisos necesarios con su sirena y otros dispositivos (Artículo 117). - Los hidrantes y equipos contra incendios estarán debidamente localizados, con sus instrucciones reglamentarias a la vista para facilitar su empleo y no deberán ser obstruidos. Todas las terminales deberán contar con sistemas contra incendio y plan de emergencia (Artículo 118). - En los recintos portuarios y en los buques estará prohibido encender fogatas (Artículo 120). - Los trabajos que se hagan en los buques deberán cumplir con las normas relativas a la prevención de la contaminación (Artículo 121). - Previo a la operación de un buque tanque, el operador de la misma, en coordinación con el oficial responsable de la carga a bordo, deberá verificar la lista de seguridad correspondiente (Artículo 122).	A bordo del buque tanque se tiene: 1. Sistema de aspersión a base de agua sobre el manifold. 2. Cañón de polvo químico, extintores portátiles. 3. Detector de incendio y alarma. 4. Escuadrón de emergencias.

A bordo del buque tanque se tiene:

1.

Sistema de aspersión a base de agua sobre el manifold.

2.

Cañón de polvo químico, extintores portátiles.

3.

Detector de incendio y alarma.

4.

Escuadrón de emergencias.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN). CONEXIÓN BTG CON LÍNEA DE RECEPCIÓN						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
2	Si debido al desgaste por flexiones o bien por exceder su tiempo de vida útil la manguera presentara un orificio en el extremo de conexión a bordo, y los operadores no se percataran de esta situación al momento de realizar la conexión con el manifold de descarga del buque tanque, provocando una fuga continua a través de la fisura, la cual se considera tiene un diámetro de 1.0"	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 10.83 m 12.5 kW/m ² : 18.35 m 5.0 kW/m ² : 28.46 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 52.34 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje y Vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) EL evento se desarrolla a bordo del BTG.	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	La descarga se considera en forma líquida debido a que la distancia de descarga está en la superficie, por lo que el líquido en su paso a través del orificio no se vaporizaría, la vaporización ocurriría en la atmósfera. a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 29.14 m 3.0 psi: 59.46 m 1.0 psi: 135.73 m	Sobrepresión 0.5 psi: 230.72 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX, infraestructura propia del Sistema de Almacenamiento (proyecto) Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque gasero.	<u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Muelle CEMEX.....112 m Silo CEMEX.....215 m Infraes. Telefónica.....280 m Prop. SEMAR.....247 m Infraestructura del Sistema de Almacenamiento (proyecto).175 m	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La calidad del aire se vería afectada por la emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida a la fuga de gas l.p. a través de una fisura en la manguera durante el trasiego de gas l.p. del buque tanque al recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 2.10 m hasta los 13.84 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanza desde los los 1.85 m hasta los 22.09 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que el BTG será el equipo que se prevé sea el afectado por el desarrollo de este evento, ya que tanto el nivel de radiación de 37.5 y 12.5 kW/m² inciden directamente sobre este, lo que se traduce en afectaciones serias, que van desde el desarrollo de incendios secundarios sobre la cubierta del BTG hasta la posible ignición de los tanques de almacenamiento a bordo del BTG, lo que pudiera ocasionar la falla de estos y el desarrollo de la BLEVE de dichos recipientes, situación que ya fue evaluada en el punto II.2. No obstante, para que sucediera la falla catastrófica de dichos recipientes es necesario que dicha dosis de radiación sea por un tiempo mínimo de exposición de 30 min, situación que es poco probable dadas las medidas de mitigación con las que cuenta el buque y a la pronta intervención de las brigadas de emergencia. En cuanto al personal del BTG expuesto a estos niveles de radiación se tiene un 100% de letalidad.

En tanto que los niveles de radiación equivalentes a 5.0 y 1.4 kW/m² no inciden sobre ningún área terrestre ni edificación. El nivel de radiación de 5.0 kW/m² se alcanza hasta los 28.46 m, en donde aún se encuentran los extremos del buque, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños a equipos y materiales. No obstante, si en esta zona se encontraran integrantes de la tripulación podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos, así como quemadura de 1er grado. En cuanto a la flora y fauna dentro de este radio de afectación, cabe mencionar que el efecto es del tipo radial por lo que los componentes marinos no se verían afectados. De igual forma dentro del radio de afectación por 1.4 kW/m² solo se ubica parte del buque y el área marina, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños por un tiempo de exposición prolongado.

La ondas de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños directos a los equipos que se encuentran sobre la cubierta del buque, existiendo la posibilidad de que algún fragmento de los equipos dañados golpee fuertemente a uno de los tanques de carga a bordo del buque, los cuales se ubican por debajo de la cubierta de este, ocasionando el desarrollo de un evento secundario (efecto domino), que puede ir desde una fuga hasta la BLEVE del recipiente debido a la pérdida de su integridad mecánica. Para efectos de considerar el mayor daño representativo se consideró el evento máximo catastrófico (BLEVE del tanque de carga de mayor capacidad)

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Muelle CEMEX	112 m	1.328 psi	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos
Silo CEMEX	215 m	<0.61 psi	Daño estructural menor.
Inf. Telefónica	280 m	<0.61 psi	Daño estructural menor.
Propiedad SEMAR	247 m	<0.61 psi	Daño estructural menor.
Infraestructura del proyecto	175 m	0.745 psi	Daño estructural menor.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laborarán en el Sistema de Almacenamiento, la tripulación a bordo del BTG y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 135.73 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 230.72 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Válvula manual de cierre rápido y válvula de seguridad a control remoto en el manifold de descarga del BTG. 2. La línea de descarga (segmento submarino de tubería) cuenta con una válvula de no retroceso y válvula de cierre rápido, asimismo la manguera cuenta con válvula de cierre rápido. 3. El oficial de guardia, realiza una inspección visual, a cada largo de manguera, antes de conectarla finalmente al manifold. Cualquier defecto visible en las capas internas o externas, como fisuras, desgaste, aplastamiento, o indicios de filtraciones, son comunicados al capitán, pudiendo éste, rechazar la manguera en cuestión. 4. Revisión trimestral de la manguera. Buzos supervisan el estado físico de la manguera.	A bordo del buque tanque se tiene: 1. Sistema de aspersión a base de agua sobre el manifold. 2. Cañón de polvo químico, extintores portátiles. 3. Detector de incendio y alarma. 4. Escuadrón de emergencias.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN)						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
3	Si durante la descarga de gas l.p. del buque tanque a la esfera mediante la línea de recepción existiera una variación en los parámetros de operación, es decir, que se tuviera una mayor presión, temperatura o un flujo mayor, se puede presentar sobrepresión, oscilaciones térmicas, o bien, un alto nivel de vibración en la línea provocando una fuga de gas l.p. a través de la brida.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.83 m 12.5 kW/m ² : 4.84 m 5.0 kW/m ² : 7.52 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 13.86 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Para calcular la masa de gas l.p. fugado se considera que alrededor de la brida hay una abertura de 0.25" que aunado a lo anterior esta presenta corrosión y un mal arreglo en los espárragos que aseguran la brida. La masa fugada formará, con el paso del tiempo en el cual los instrumentos actúan, una nube inflamable que podría generar una explosión de la misma.	Sobrepresión. 10.0 psi: 35.92 m 3.0 psi: 73.31 m 1.0 psi: 167.36 m	Sobrepresión 0.5 psi: 284.48 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX, infraestructura propia del Sistema de Almacenamiento (proyecto) Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Ninguna.	<u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Buque tanque.....133 m Muelle CEMEX.....165 m CEMEX área de proceso.....150 m Prop. SEMAR.....205 m Infraestructura del Sistema de Almacenamiento (patín, equipo más cercano).....57 m Planta de distribución de gas l.p. (área de tanques de almtto).135 m	
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de					

	material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP a través de la abertura formada alrededor de la brida alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.50 m hasta 2.29 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde los 1.42 m hasta 4.37 m provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que los radios de afectación no rebasarán la zona terrestre en donde se ubica la brida de la línea de recepción, por lo tanto, no habrá afectación a equipos, estructuras o personas. En cuanto a flora y fauna se prevé se presenten incendios en el área, los cuales evidentemente afectaran a dichos componentes.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	133 m	1.418 psi	5% de daño al equipo
Muelle CEMEX	165 m	1.045 psi	Demolición parcial.
CEMEX área de proceso	150 m	1.150 psi	Falla en conexiones.
Propiedad de la SEMAR	250 m	<0.80 psi	Daño estructural menor.
Infraestructura de la planta de almtto (patín, equipo más cercano)	57 m	4.69 psi	99% de daño al equipo.
Planta de distribución de gas l.p. (zona de tanques de 250 m ³ =	135 m	1.387 psi	5% de daño al equipo

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de DIEGAS, la tripulación a bordo del BTG y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 167.36 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 284.48 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La línea de descarga (segmento submarino de tubería) cuenta con una válvula de no retroceso y válvula de cierre rápido, asimismo la manguera cuenta con válvula de cierre rápido. 2. Aislamiento eléctrico (monoblock) entre sección de tubería marina y superficial, el cual provee aislamiento eléctrico a fin de evitar fallas en equipo eléctrico por corrientes inducidas entre ambas secciones. 3. Comunicación permanente entre personal a bordo de buque y planta durante las operaciones de transferencia. 4. Procedimientos de operación establecidos. 5. Mantenimiento del sistema de trasiego contra incendio de la planta de distribución, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad.	1. Escuadrón de emergencias. 2. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN)						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
4	Por efectos de corrosión se considera la formación de un orificio en la línea principal de conducción cédula 80, la cual se encuentra presurizada a 2.5 kg/cm ² y con un flujo de 1.139 m ³ /min, el tamaño de esta fisura es de 1.2" equivalente al 20% del diámetro de la tubería (6") con la consecuente formación de una nube potencialmente inflamable y explosiva.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 12.93 m 12.5 kW/m ² : 21.87 m 5.0 kW/m ² : 33.90 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 62.35 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Buque tanque.....129 m Infraestructura telefónica....185 m Propiedad SEMAR.....205 m CEMEX (área de proceso)..148 m Zona de tanques (planta de distribución).....138 m Infraestructura del proyecto (patín equipo más cercano).....45 m Salinas de Pichilingue.....340 m TUM 2.....316 m Vialidad principal API.....184 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal. c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 56.28 m 3.0 psi: 114.85 m 1.0 psi: 262.17 m	Sobrepresión 0.5 psi: 445.64 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Patín de medición.		

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga a través de un orificio en la línea de conducción principal que conduce GLP del buque tanque al recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.34 m hasta los 16.78 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde los 1.27 m hasta los 25.86 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que los radios de afectación de alto riesgo por daño a equipos no rebasarán la zona terrestre donde se ubica la línea de recepción, no afectando ningún elemento estructural ni equipo de proceso. Asimismo, el nivel de radiación equivalente a 5.0 kW/m2 se alcanza hasta una distancia de 33.90 m en donde de igual manera se encuentra la zona terrestre y la bahía. Finalmente, el valor de 1.4 kW/m2 alcanza a tocar el patín de medición, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños a equipos de proceso. En cuanto a flora y fauna se prevé se presenten incendios en el área, los cuales evidentemente afectaran a dichos componentes.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	129 m	2.743 psi	20% de daño al equipo del BTG
Infraestructura telefónica	185 m	1.602 psi	Colapso parcial.
Zona de tanques de almacenamiento de la planta (250 m3)	138 m	2.446 psi	Daño menor
Propiedad SEMAR	205 m	<1.41 psi	Ligera distorsión de estructuras.
CEMEX (área de proceso)	148 m	2.116 psi	Daño menor a tanques atmosféricos.
Infraestructura del proyecto. (equipo más cercano: patín)	45 m	19.0225 psi	Daño catastrófico sobre el equipo.
Salinas de Pichilingue	340 m	<1.41 psi	Ligera distorsión de estructuras.
TUM 2	316 m	<1.41 psi	Ligera distorsión de estructuras.
Vialidad principal API	184 m	1.6148 psi	Colapso parcial.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de DIEGAS, la tripulación a bordo del BTG, personal de CEMEX y personas que se encuentren en la TUM 2. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 262.17 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 445.64 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE
☞ Suspensión de actividades de operación. ☞ Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. ☞ Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas. ☞ Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento. ☞ En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Pintura como medio de protección contra la corrosión. Las tuberías que formarán parte del sistema de trasiego estarán protegidas de los daños por efecto de la corrosión, mediante un primario orgánico a base de zinc, además de pintura de enlace primario; con la finalidad de aislar las tuberías que integran el sistema de trasiego y así minimizar los efectos de la corrosión sobre estas. 2. Protección catódica de la línea de recepción. Para el cálculo de la protección catódica en la sección submarina de la línea de descarga se consideró una resistividad (resistencia específica) de 22 ohmnios (cm para el promedio de temperaturas y salinidad del agua de mar en la Bahía de Pichilingue. En cada sección (cuatro en total) entre bridas de la tubería de 6" de diámetro se soldaron 6 placas de ánodos de zinc de alto amperaje de 10 kilos y 2 placas de ánodos de alto amperaje de 5 kilos. 3. Mantenimiento del sistema de trasiego contra incendio de la planta, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad.	1. Escuadrón de emergencias. 2. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN)						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
5	Si debido a falla en uniones bridadas y ante la ocurrencia de un sismo se presentara la ruptura total de la línea de recepción de gas l.p. que inicia en la conexión de la manguera con la válvula de descarga del BTG, la cual cuenta con un segmento submarino, otro enterrado y otro superficial. Se considera que la ruptura total de la línea y el escape de su contenido a lo largo del segmento de aproximadamente 140 m (antes del punto de ruptura) considerando que a este sección la precede una válvula de cierre rápido. a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal. c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Radiación térmica. 37.5 kW/m²: 41.41 m 12.5 kW/m²: 70.06 m 5.0 kW/m²: 107.09 m Sobrepresión. 10.0 psi: 73.33 m 3.0 psi: 149.65 m 1.0 psi: 341.66 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m²: 196.92 m Sobrepresión 0.5 psi: 580.66 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma. Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque, CEMEX (área de proceso), infraestructura del proyecto, planta de distribución (zona de tanques de almacenamiento) e infraestructura telefónica y y la vialidad principal API.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Buque tanque.....129 m Infraestructura telefónica....185 m Propiedad SEMAR.....205 m CEMEX (área de proceso)..148 m Zona de tanques (planta de distribución).....138 m Infraestructura del proyecto (patín equipo más cercano).....45 m Salinas de Pichilingue.....340 m TUM 2.....316 m Vialidad principal API.....184 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga a través de la ruptura de la línea de conducción principal que conduce GLP del buque al recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.02 m hasta 54.36 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.00 m hasta los 78.73 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que ningún equipo o estructura se verá afectado por este nivel de radiación, sin embargo, se prevén incendios secundarios en el área donde se ubica el patín de medición en tanto que el nivel de radiación equivalentes a 5.0 kW/m² incide sobre las zonas de operación del proyecto, sin embargo, a este nivel de radiación no se reportan daños a equipos y materiales. No obstante, se prevé dolor en las personas expuestas en esta área (empleados) y si la exposición es mayor de 20 segundos se tendrían quemaduras de 1er grado. En cuanto a la flora y fauna dentro de este radio de

afectación, cabe mencionar que el efecto es del tipo radial por lo que los componentes marinos no se verían afectados. De igual forma dentro del radio de afectación por 1.4 kW/m² se ubican CEMEX, el BTG, la planta de distribución de gas l.p. y la infraestructura telefónica, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños por un tiempo de exposición prolongado.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	129 m	4.124 psi	Daño sobre recipientes y estructuras metálicas
Infraestructura telefónica	185 m	2.29 psi	Límite inferior de daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	205 m	<1.99 psi	Colapso parcial de muros y techos.
CEMEX (Área de proceso)	148 m	3.098 psi	20% de daño sobre equipo de proceso.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	138 m	3.638 psi	Destrucción de tanques atmosféricos.
Infraestructura del proyecto (patín, equipo más cercano del origen del evento)	45 m	34.085 psi	Daño catastrófico sobre el equipo.
Salinas de Pichilingue	316 m	<1.99 psi	Colapso parcial de muros y techos.
TUM 2	138 m	<1.99 psi	Colapso parcial de muros y techos.
Vialidad principal API	184 m	2.29	Límite inferior de daño estructural serio.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de DIEGAS, la tripulación a bordo del BTG, personal de CEMEX y personas que se encuentren en la TUM 2. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 341.66 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 580.66 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE
☞ Suspensión de actividades de operación. ☞ Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. ☞ Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas. ☞ Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento. ☞ En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La tubería que forma parte de la línea principal de conducción de BTG a tanques se encuentra protegida por postes de concreto armado. 2. El área donde atraviesa la línea de conducción de gas l.p. se encuentra dentro del terreno propiedad de la empresa y está cercada con malla ciclónica. 3. Mantenimiento del sistema de trasiego contra incendio de la planta de distribución, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad.	1. Escuadrón de emergencias. 2. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

PATÍN DE MEDICIÓN						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
6	Por una sobrepresión en la línea, una temperatura o flujo mayor durante la operación se abrieran al comienzo de la descarga del líquido las válvulas hidrostáticas de acción pop, las cuales según la ingeniería básica del proyecto serán de ½”, con una apertura de 28.13 Kg/cm ² y una capacidad de 22 m ³ /min.	Radiación térmica.		Componente ambiental:	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial)
	37.5 kW/m ² : 8.62 m			Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación.		
	12.5 kW/m ² : 14.65 m	Radiación térmica.		En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras.		
	5.0 kW/m ² : 22.74 m	1.4 kW/m ² :		Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8		
		41.85 m		Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11		
				Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible la observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.		
	El patín de medición contará con tres válvulas de relevo hidrostáticas.			Zonas externas vulnerables por sobrepresión:	<u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u>	Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
a)	Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro vertical.	Sobrepresión.	Sobrepresión	Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.	Infraestructura telefónica.....129 m	
b)	Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	10.0 psi: 19.79 m	0.5 psi:	Zonas externas vulnerables por radiación térmica:	CEMEX (área de proceso)...140 m	
		3.0 psi: 40.39 m	156.73 m		Zona de tanques (planta de distribución).....92 m	
		1.0 psi: 92.20 m			Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado equipos más cercanos).....35 m	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Las dosis de radiación generadas por el dardo de fuego equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m² no afectarían a otros equipos cercanos al patín, no obstante se tendría el desarrollo de incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 22.74 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 41.82 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta última zona se encuentra el cuarto del sistema de control de inventario. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica	129 m	0.685 psi	Daño estructural menor.
CEMEX (Área de proceso)	140 m	0.604 psi	Daños menores a equipos de proceso.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	92 m	1.036 psi	Falla en conexiones.
Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado, equipo más cercano del origen del evento)	35 m	4.130 psi	Daño en recipientes de acero.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 92.20 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 156.73 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE
☞ Suspensión de actividades de operación. ☞ Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. ☞ Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas. ☞ Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento. ☞ En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. El patín de medición contará con aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02. 2. Se colocará un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción, de igual forma se colocarán sensores de presión y temperatura, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga. 3. Se colocará una válvula check de 6" tipo columpio marcha Walworth de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese a al másico y esto provoque una medición errónea. 4. Válvulas de cierre automático. 5. El sistema estará conectado a un SCD. 6. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el patín de medición. Asimismo, en esta área se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego.	1. El patín de medición estará protegido por un sistema de rociado integrado por 4 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg. 5. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

No.	Evento simulado	PATÍN DE MEDICIÓN		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Radios de afectación				
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
7	Si debido a una sobrepresión a la llegada del gas l.p. proveniente del BTG y ante un incorrecto apriete/ensamble de los pernos que sujetan la unión bridada del medidor de flujo másico se presentará la fuga de gas l.p. a través de la brida. Se considera un diámetro de fuga equivalente a 1/4"	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.57 m 12.5 kW/m ² : 4.70 m 5.0 kW/m ² : 7.44 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 13.83 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible la observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 24.92 m 3.0 psi: 50.85 m 1.0 psi: 116.08 m	Sobrepresión 0.5 psi: 197.31 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Ninguna.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Buque tanque.....178 m Infraestructura telefónica.....129 m CEMEX (área de proceso)...140 m Zona de tanques (planta de distribución).....92 m Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado equipos más cercanos).....35 m	
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.					
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través de la brida de unión del medidor másico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.33 m hasta 3.23 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.29 m hasta los 4.99 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generadas por el dardo de fuego equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m² no afectarían a otros equipos cercanos al patín, no obstante se tendría el desarrollo de incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 7.44 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 13.83 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	178 m	0.591 psi	<1% de daño al equipo.
Infraestructura telefónica	129 m	0.921 psi	Daño estructural menor.
CEMEX (Área de proceso)	140 m	0.816 psi	1% de daño al equipo.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	92 m	1.389 psi	5% de daño al equipo de proceso.
Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado, equipo más cercano del origen del evento)	35 m	6.08 psi	Falla en la tubería y daño menor en recipientes horizontales presurizados.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas, la tripulación del BTG y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 116.08 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 197.31 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. El patín de medición contará con aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02. 2. Se colocará un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción, de igual forma se colocarán sensores de presión y temperatura, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga. 3. Se colocará una válvula check de 6" tipo columpio marcha Walworth de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese a al másico y esto provoque una medición errónea. 4. Válvulas de cierre automático. 5. El sistema estará conectado a un SCD. 6. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el patín de medición. Asimismo, en esta área se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego.	1. El patín de medición estará protegido por un sistema de rociado integrado por 4 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg. 5. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO. RECIPIENTE ESFÉRICO CAP. 40,000 BLS						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
8	Debido a un exceso de presión en el recipiente esférico ya sea por llenado excesivo, o bien, por exposición al fuego debido a un incendio cerca del área de almacenamiento ocurre el calentamiento de la superficie del recipiente. A consecuencia del calentamiento y de la incidencia directa de las llamas sobre el área donde se encuentra la fase vapor, la presión interna puede llegar a alcanzar la presión de diseño de la (s) válvula (s) de seguridad que se encuentra(n) acopladas la boquilla de 6" en el casquete superior del recipiente.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 37.19 m 12.5 kW/m ² : 73.60 m 5.0 kW/m ² : 118.83 m		Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6, II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9, II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 63.76 m 3.0 psi: 130.12 m 1.0 psi: 297.04 m		Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Buque tanque.....235 m Infraestructura telefónica.....140 m Propiedad SEMAR.....242 m CEMEX (área de proceso).....95 m Zona de tanques (planta de distribución).....36 m Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano).....7 m Salinas de Pichilingue.....300 m TUM 2.....302 m Vialidad principal API.....90 m	
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro vertical.					
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RRELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. La nube de gas formada por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde el origen hasta los 35.27 m y el 0.5L.I.I. se alcanzará desde el origen hasta los 35.59 m. En este caso cabe mencionar que el incendio de la nube inflamable se llevaría a cabo a 25.12 sobre el NPT, por lo que en este caso no existirían fatalidades sobre las personas ni daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte la dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 kW/m² afectaría a las áreas cercanas a la esfera, tales como: el Sistema de re-licuado, bombas e intercambiadores y el patín de medición causando daños severos a estos equipos de proceso que incluiría la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además del colapso de elementos estructurales. Por su parte la

radiación equivalente a 12.5 kW/m² afectaría la zona de almacenamiento de la planta de distribución de gas l.p colindante, en donde tendría el desarrollo de incendios secundarios provocando la deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daños severos a equipos de instrumentación.

En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 118.83 m (5.0 kW/m²), las personas que pudieran estar presentes en esa área (personal de CEMEX) podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 222.73 m (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p. y CEMEX, salvo el caso de la dosis de radiación equivalente a 1.4 kW/m², sin embargo, a este nivel de radiación no se reportan daños sobre seres vivos.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	235 m	< 1.65 psi	5% de daño al equipo del BTG.
Infraestructura telefónica	140 m	2.854 psi	Daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	242 m	<1.65 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción.
CEMEX (Área de proceso)	95 m	5.15 psi	Daños estructurales de equipo.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	36 m	40.519 psi	Tanques de almacenamiento 100% dañados.
Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano del origen del evento)	7 m	1076.728 psi	Equipos 100% dañado.
Salinas de Pichilingue	300 m	<1.65 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.
TUM 2	302 m	<1.65 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción
Vialidad principal API	90 m	5.8 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían las personas que se encuentren en la TUM 2 y la tripulación a bordo del BTG. Es decir, las personas que se encuentren en un radio de 297.04 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 504.92 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS

1. Limitación de presión excesiva. Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas será como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²). $Q=4704.70\text{ m}^3/\text{min}=166,150.8\text{ SCFM}$. Además el recipiente contará con: 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515 y 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664 2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado. 3. Válvulas de corte primarias. Tanto en el casquete superior como inferior se colocaran válvulas de corte primarias, las válvulas de bola contarán con actuador neumático. 4. Aislamiento térmico de recipientes. Se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados. 5. Muro de contención de derrames. Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames, cabe mencionar que de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo. 6. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. 7. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área de almacenamiento. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 8. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. Además de que una vez que los recipientes lo requieran (5 y 10 años, respectivamente) serán sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando, de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002	1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410. En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. 2. Extintores manuales de PQS. En esta área habrá 6 extintores manuales con capacidad de 9 kg cada uno. 3. Extintor de carretilla. Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco clase ABC. 4. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno que cubrirán perfectamente el recipiente. 5. Un hidrante con capacidad de 950 LPM cercano al área de almacenamiento. 6. Sistema de alarma. Se contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación esta operará con una corriente eléctrica CA 127 V. 7. Comunicación. Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. 8. Respuestas de control.- Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal estará capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010. 9. Plan de Atención a Contingencias. Dentro de la planta se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten: - Desalojo del personal. - Operación de válvulas. - Operación de apoyo con extintores. - Dar la señal de alarma. - Desconexión de la energía eléctrica. - Dar aviso a las autoridades. - Ataque a las zonas de fuego.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO. RECIPIENTE ESFÉRICO CAP. 40,000 BLS						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			

9	Se considera que el recipiente esférico se encuentra al 85% de su capacidad (capacidad de operación). Se considera la formación de un orificio de 1” en la pared del recipiente, el cual se ubica a 2.32 m medidos de NPT al cuerpo de la esfera. La emisión se considera se lleva a cabo en fase líquida, la cual formará un charco que se volatilizará al absorber calor del entorno y de la superficie del derrame. La temperatura del charco se reducirá al evaporarse el material. Al calcular la tasa de emisión atmosférica, se asume que ocurre una volatilización inmediata del material. a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal. c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Radiación térmica. 37.5 kW/m²: 13.38 m 12.5 kW/m²: 22.86 m 5.0 kW/m²: 35.54 m Sobrepresión. 10.0 psi: 58.24 m 3.0 psi: 118.85 m 1.0 psi: 271.30 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m²: 65.45 m Sobrepresión 0.5 psi: 461.17 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6, II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9, II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible l347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma. Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto) y planta de distribución de gas l.p.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Buque tanque.....235 m Infraestructura telefónica.....140 m Propiedad SEMAR.....242 m CEMEX (área de proceso).....95 m Zona de tanques (planta de distribución).....36 m Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano).....7 m Salinas de Pichilingue.....300 m TUM 2.....302 m Vialidad principal API.....90 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RRELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. La nube de gas formada por la fuga de GLP a través del orificio de 1” en la pared del recipiente alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 4.86 m hasta los 20.98 m y el 0.5L.I.I. se alcanzará desde los 4.14 m hasta los 32.29 m.

Por su parte la dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 kW/m² afectaría el área de bombas e intercambiadores causando daños severos a estos equipos de proceso que incluiría la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además del colapso de elementos estructurales. Por su parte la radiación equivalente a 12.5 kW/m² afectaría la zona del sistema de re-licuado, en donde tendría el desarrollo de incendios secundarios provocando la deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daños severos a equipos de instrumentación.

En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 35.54 m (5.0 kW/m²), las personas que pudieran estar presentes en esa área (personal del SCD) podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 65.45 m (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p. y de la planta de distribución de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	235 m	< 1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
Infraestructura telefónica	140 m	2.5 psi	Límite inferior de daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	242 m	<1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
CEMEX (Área de proceso)	95 m	4.43 psi	Falla de recipientes presurizados.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	36 m	32.976 psi	Equipos 100% dañado.
Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano del origen del evento)	7 m	945.24 psi	Equipos 100% dañado.
Salinas de Pichilingue	300 m	<1.47 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.
TUM 2	302 m	<1.47 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción
Vialidad principal API	90 m	4.96 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían las personas que se encuentren en la TUM 2 y la tripulación a bordo del BTG. Es decir, las personas que se encuentren en un radio de 271.30 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 461.17 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
2. Limitación de presión excesiva. Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas será como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²). $Q = 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$. Además el recipiente contará con: 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515 y 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664 3. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado. 4. Válvulas de corte primarias. Tanto en el casquete superior como inferior se colocaran válvulas de corte primarias, las válvulas de bola contarán con actuador neumático. 5. Aislamiento térmico de recipientes. Se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados. 6. Muro de contención de derrames. Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames, cabe mencionar que de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo. 7. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. 8. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área de almacenamiento. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 9. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. Además de que una vez que los recipientes lo requieran (5 y 10 años, respectivamente) serán sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando, de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002	1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410. En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. 2. Extintores manuales de PQS. En esta área habrá 6 extintores manuales con capacidad de 9 kg cada uno. 3. Extintor de carretilla. Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco clase ABC. 4. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno que cubrirán perfectamente el recipiente. 5. Un hidrante con capacidad de 950 LPM cercano al área de almacenamiento. 6. Sistema de alarma. Se contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación esta operará con una corriente eléctrica CA 127 V. 7. Comunicación. Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. 8. Respuestas de control.- Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal estará capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010. 9. Plan de Atención a Contingencias. Dentro de la planta se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten: - Desalojo del personal. - Operación de válvulas. - Operación de apoyo con extintores. - Dar la señal de alarma - Desconexión de la energía eléctrica - Dar aviso a las autoridades - Ataque a las zonas de fuego

ÁREA DE ALMACENAMIENTO. RECIPIENTE ESFÉRICO CAP. 40,000 BLS						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
10	Se considera la ocurrencia de un incendio en el sistema de almacenamiento y que este envuelve al recipiente esférico TE-101, con capacidad de 40,000 bls, lo que propicia el desarrollo de una BLEVE (Explosión de vapores en expansión de líquidos en ebullición) de dicho recipiente la cual tiene lugar por la rápida expansión del líquido contenido y por la combustión rápida del GLP.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 561.86 m 12.5 kW/m ² : 1099.98 m 5.0 kW/m ² : 1769.37 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 3307.06 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6, II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9, II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible la observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 25 % de su capacidad de total, es decir, almacena 1, 590,000 L de GLP en fase líquida a -15° C de temperatura y 2.5 kg/m ² . <u>Lo anterior se sustenta en el hecho de que el desarrollo de la BLEVE es más probable cuando el tanque está más vacío que lleno.</u>	Sobrepresión. 10.0 psi: 44.15 m 3.0 psi: 90.10 m 1.0 psi: 205.67 m	Sobrepresión 0.5 psi: 349.61 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque, infraestructura telefónica, propiedad SEMAR, CEMEX (área de proceso), zona de tanques (planta de distribución) Salinas de Pichilingue, TUM 1 y 2, destacamento armada de México, Earth Ocean Farms, API BCS, Aduana, Terminal Trasbordadora, UABCS Campus Pichilingue, Club Hotel Cantamar Localidades: Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro Otros: Playa Pichilingue-Brujas y la Isla San Rafaelito.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Buque tanque.....235 m Infraestructura telefónica.....140 m Propiedad SEMAR.....242 m CEMEX (área de proceso).....95 m Zona de tanques (planta de distribución).....36 m Salinas de Pichilingue.....300 m TUM 2.....302 m TUM 1.....1275 m Destacamento armada de Méx....1700 m Earth Ocean Farms.....1670 m API BCS.....1650 m Aduana.....1550 m Terminal Trasbordadora.....1575 m UABCS Campus Pichilingue.....1340 m Club Hotel Cantamar.....1875 m Localidades:	
	a) Explosión del recipiente esférico por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe. b) Combustión de la masa contenida en el recipiente.					

					Puerto Pichilingue.....1571 m La Estela.....2017 m Playa El Tesoro.....1850 m Otros: Playa Pichilingue-Brujas..... 2321 m Isla de San Rafaelito.....2800 m	

RRELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

En el caso de explosión del recipiente esférico por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso

que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	235 m	< 1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
Infraestructura telefónica	140 m	2.5 psi	Límite inferior de daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	242 m	<1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
CEMEX (Área de proceso)	95 m	4.43 psi	Falla de recipientes presurizados.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	36 m	32.976 psi	Equipos 100% dañado.
Salinas de Pichilingue	300 m	<1.47 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.
TUM 2	302 m	<1.47 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción

El efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia, por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como pérdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional. Por tanto a una distancia superior a los 200 m el daño sobre las estructuras y/o equipos irá disminuyendo desde daños estructurales menores y limitados hasta prácticamente no causar ningún impacto o daño sobre el elemento.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, solo al Norte se ubican las localidades de Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro, ubicadas a más de 1.5 km de la tangente del recipiente esférico, por tanto las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas, CEMEX, TUM 2 y la tripulación del buque tanque. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 205.67 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 349.61 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

En cuanto a los daños causados por radiación térmica causada por la bola de fuego cabe destacar que de acuerdo a bibliografía no se registran efectos de la radiación calórica incidente sobre equipos y/o materiales por debajo de los 10 kW/m² y que se requiere de un flujo de radiación superior a 12.6 kW/m² para causar incendios secundarios en edificaciones y un flujo superior a 37.5 kW/m² para plantas de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables. En este sentido la dosis de radiación generada por la bola de fuego equivalente a 37.5 kW/m² comprende un radio de 561.86 m, en donde se encuentran las instalaciones de: Diesgas (Planta de distribución y proyecto), la Terminal de CEMEX, el BTG (si fuera el caso que se encontrara descargando), las infraestructura telefónica, las salinas de Pichilingue y la TUM 2 causando daños severos a equipos de proceso y estructuras, que incluiría la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además del colapso de elementos estructurales. Es evidente que a este nivel de radiación existiría un 100% de letalidad para seres vivos, una vez que la radiación térmica producida por la bola de fuego se desplazará de forma radial desde la fuente que la origina causando la muerte de todo ser vivo (personas, flora y fauna) que se quede encerrado dentro del radio de dicha bola de fuego, es decir, todo aquello que se encuentre en un radio de 566.18 m del origen de la fuente. Cabe destacar dada la dinámica de la radiación térmica, la flora y fauna marina no se verá afectada por este efecto. Por su parte la radiación equivalente a 12.5 kW/m² se alcanzaría hasta un radio de 1099.98 m, en donde no se ubica ningún elemento estructural ni equipo de proceso, no obstante, en esta zona se tendría el desarrollo de incendios secundarios.

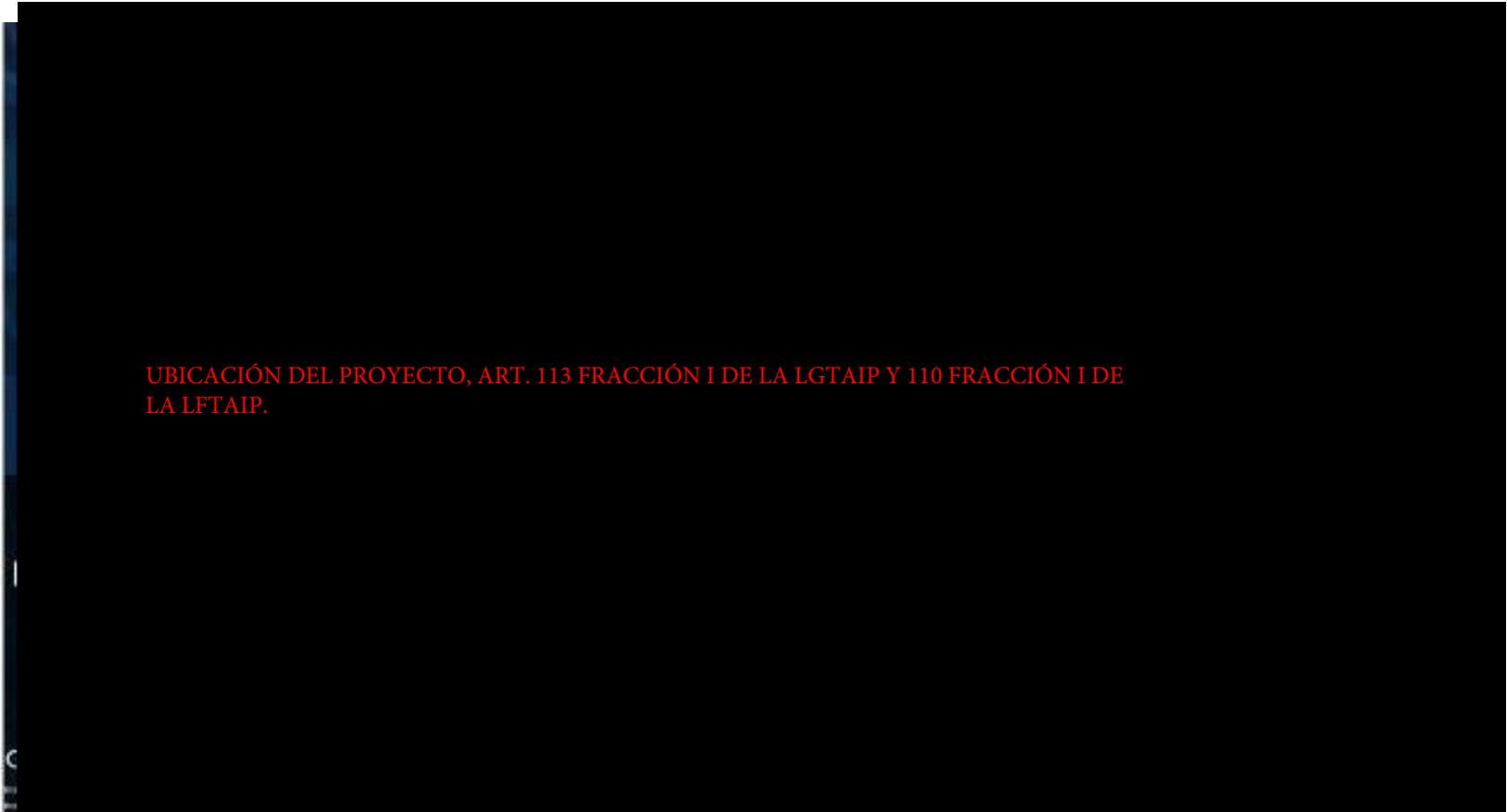
No obstante, de acuerdo a lo señalado en “*Methods for the determination of posible damage*” CPR 16E A.J. Roos. para que se presente la ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales se necesita un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. Y considerando que el tiempo de duración de la bola de fuego es de 25.7 s y que se contará con equipos y dispositivos que actuarían inmediatamente en caso de suscitarse el evento indeseado, se reduce la posibilidad de que esto suceda. Por tanto el hecho de que se desarrollen sucesos como la BLEVE de los recipientes presurizados de la planta de distribución de gas l.p. colindante al proyecto como la de los recipientes a bordo del BTG está sobreestimado debido a la corta duración de la bola de fuego de la BLEVE del evento primario y al tiempo de exposición al fuego, el cual se verá reducido por las medidas de mitigación con que cuenta cada uno de estas instalaciones y a la actuación oportuna de las agrupaciones de emergencia. Sin embargo, el análisis de las posibles interacciones de riesgo se desarrolló en el apartado II.2 de este capítulo para estimar este daño, observándose que los radios de afectación de mayor dimensionamiento serían los de la BLEVE del recipiente esférico, una vez que los radios de afectación de las BLEVES de los 12 recipientes horizontales con capacidad de 250 m³ de gas l.p. y el tanque de mayor capacidad a bordo del buque quedan confinados dentro de los radios de afectación de la BLEVE de la esfera.

En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 17 69.37 m (5.0 kW/m²), las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. En esta zona se encuentran las instalaciones de la TUM 1, el destacamento Armada de México, Earth Ocean Farms, API BCS, Aduana, Terminal

Trasbordadora, Universidad UABCS Campus Pichilingue, así como la localidad de Puerto Pichilingue (6 personas). Finalmente dentro del radio de 3307.06 m (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta zona se encuentran el Club Hotel Cantamar, Playa Pichilingue-Brujas, La Isla de San Rafaelito y las localidades de la Estela (5 personas) y Playa El Tesoro (1 persona). Por lo que se puede decir que los efectos de la radiación calórica incidente sobre seres vivos están en función de la distancia a la que estos se encuentren del origen de la fuente.

De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (T=25.69 S)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m2) ⁴ /3 s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ⁴ /3 s	2.45	85.00	2539.59	2503.84
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ⁴ /3 s	5.51	250.00	1724.38	1671.28
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ⁴ /3 s	9.27	500.00	1344.65	1275.84
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ⁴ /3 s	26.21	2000.00	817.63	698.72



1.- Buque tanque gasero, 2.- Infraestructura telefónica, 3.- Propiedad SEMAR, 4.- CEMEX, 5.- Planta de Distribución de gas l.p., 6.- Salinas de Pichilingue, 7.- TUM 1, 8.- TUM 2 9.- Destacamento Armado de México, 10.- Earth Ocean Farms, 11.- API BSC, 12.- Aduana, 13.- Terminal Trasbordadora, 14.- UABCS Campus Pichilingue, 15- Hotel Club Cantamar, 16.- Localidad Puerto Pichilingue, 17.- Localidad La Estela, 18.- Localidad Playa El Tesoro, 19.- Playa Pichilingue-Brujas, 20 - Isla Sn. Rafaelito.

Dado que , la zona presenta características ecológicas relevantes ya que está inmersa en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: *AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur*, además se ubica dentro del *Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz*, en el *área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo*, asimismo el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra), estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, reglas administrativas, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, son áreas consideradas como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente. Pueden ser vulnerables al impacto humano, por lo que durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros, para el proyecto específicamente serán enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas, sin embargo, cabe mencionar que debido a la dinámica de la radiación térmica, la flora y fauna marina no se vería afectada por la por radiación térmica causada por la bola de fuego.

A continuación se muestran la representación de los radios de afectación por la radiación térmica originada por la bola de fuego (afectación de mayor dimensionamiento/ evento catastrófico) sobre cada uno de los sitios de importancia ambiental, en donde se puede concluir que el AICA 93 Ensenada La Paz y la Región Marina Prioritaria quedan dentro de las zonas de alto riesgo. Con respecto al área de Protección de Flora y Fauna Balandra la zona de alto riesgo equivalente a 5.0 kW/m² incide en la Zona de Amortiguamiento, Sub-zona de Uso Tradicional Ensenada Falsa de dicha área.

No obstante, cabe destacar que la mayoría de los humedales del Sitio Ramsar Humedales El Mogote – Ensenada La Paz quedan fuera de las zonas de alto riesgo, solo la Unidad Pichilingue y Salinas de Pichilingue queda dentro de la zona de alto riesgo equivalente a 5.0 kW/m². Asimismo, el Sitio Ramsar Balandra queda fuera de las zonas de alto riesgo.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Limitación de presión excesiva. Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas será como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²). $Q = 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$. Además el recipiente contará con: 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515 y 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664 2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado. 3. Válvulas de corte primarias. Tanto en el casquete superior como inferior se colocaran válvulas de corte primarias, las válvulas de bola contarán con actuador neumático. 4. Aislamiento térmico de recipientes. Se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados. 5. Muro de contención de derrames. Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames, cabe mencionar que de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo. 6. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. 7. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área de almacenamiento. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 8. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. Además de que una vez que los recipientes lo requieran (5 y 10 años, respectivamente) serán sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando, de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002	1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410. En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. 2. Extintores manuales de PQS. En esta área habrá 6 extintores manuales con capacidad de 9 kg cada uno. 3. Extintor de carretilla. Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco clase ABC. 4. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno que cubrirán perfectamente el recipiente. 5. Un hidrante con capacidad de 950 LPM cercano al área de almacenamiento. 6. Sistema de alarma. Se contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación esta operará con una corriente eléctrica CA 127 V. 7. Comunicación. Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. 8. Respuestas de control.- Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal estará capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010. 9. Plan de Atención a Contingencias. Dentro de la planta se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten: - Desalojo del personal. - Operación de válvulas. - Operación de apoyo con extintores. - Dar la señal de alarma - Desconexión de la energía eléctrica - Dar aviso a las autoridades - Ataque a las zonas de fuego

No.	Evento simulado	SISTEMA DE RELICUADO				
		Radios de afectación		Componente Ambiental	Distanciamiento (m) a los	Efecto causado sobre el
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento	y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Componente Ambiental
11	Si debido a sobrepresión causada por obstrucción en la tubería de gas vapor se podría presentar una fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la tubería de gas vapor con el condensador recibidor.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.72 m 12.5 kW/m ² : 5.03 m 5.0 kW/m ² : 8.01 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 14.90 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.			Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible l347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.		
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.			Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.		
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 20.84 m 3.0 psi: 42.52 m 1.0 psi: 97.07 m	Sobrepresión 0.5 psi: 165.01 m	Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Cuarto del SCD.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Infraestructura telefónica.....119 m CEMEX (área de proceso)...128 m Zona de tanques (planta de distribución).....45 m Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano: Esfera.....12 m Bombas e intercambiadores...8 m	Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través la conexión bridada de la tubería de gas vapor con el condensador recibidor alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.00 m hasta 2.71 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.00 m hasta los 4.37 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generadas por el dardo de fuego equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m² no afectarían a otros equipos cercanos sistema de re licuado, no obstante, se tendría el desarrollo de incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 8.01 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado, a este nivel quedaría expuesto el personal del SCD. Finalmente dentro de un radio de 14.90 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica		119 m	0.811 psi	Daño estructural menor.
CEMEX (Área de proceso)		128 m	0.741 psi	Menos del 1% de daño al equipo de proceso.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)		45 m	3.082 psi	50% de daño al equipo de proceso.
Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera	12 m	41.06 psi	Equipo 100% dañado.
	Bombas e intercambiadores	8 m	120.75 psi	Equipo 100% dañado.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diegas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 97.07 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 165.01 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Este sistema de re-licuado estará integrado por dos paquetes de condensación independientes, contruidos con las mismas características y especificaciones, los cuales son capaces de mantener las condiciones óptimas de la esfera. 2. El sistema contará con una válvula de control de nivel (LV-101) compartida entre los dos paquetes. 3. Este sistema contará con instrumentación de protección para un control total por parte del operador. 4. trasmisor (PT-101) ubicado en la línea de succión del paquete asignado para la operación; la presión a su vez definirá la capacidad de operación del compresor, al 100%, 75%, 50% o 0%, según se requiera, a través de las válvulas selenoides ubicadas en el compresor (SV-101, SV-102, SV-103) 5. En la parte superior del condensador-recibidor se encuentra una válvula de purga de gases inertes (PV101), la cual es activada al tener un incremento anormal en la presión, ocasionado por los gases incondensables que se encuentran mezclados con el gas l.p.; de esta forma se evita que disminuya la capacidad del condensador. 6. Adicional a la válvula de expansión (LV101) que es compartida entre ambos paquetes, se ha previsto una válvula de expansión abrirá gradualmente; el gas l.p. en fase líquida a 13 kg/cm² pasará a través de la válvula, logrando así llevar el gas l.p en fase líquida a una presión entre 2 kg/cm² y 2.5 kg/cm²; este líquido es alimentado nuevamente a la esfera. Adicional a la válvula de expansión automática, habrá una válvula de expansión manual, como medida de seguridad en la operación. 7. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 8. Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	1. El sistema de relicuado estará protegido por un sistema de rociado integrado por 8 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

No.	Evento simulado	ÁREA DE BOMBAS.		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Radios de afectación				
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
12	Fuga de gas LP en el área de bombas por falla de sello mecánico de la bomba Blackmer LGL -4E, diámetro equivalente de fuga ¼", tiempo de respuesta 30 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m ³ Flujo de 1260 kg/hr	Radiación térmica.		Componente ambiental:	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.	37.5 kW/m ² : 3.07 m		Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación.		
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.	12.5 kW/m ² : 5.24 m		En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras.		
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	5.0 kW/m ² : 8.14 m		Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8		
				Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11		
		Sobrepresión.		Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible l347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:	
		10.0 psi: 30.09 m	Sobrepresión	Zonas externas vulnerables por sobrepresión:	Infraestructura telefónica.....110 m	Radiación térmica. (Efecto radial)
		3.0 psi: 61.41 m	0.5 psi:	Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.	CEMEX (área de proceso)...135 m	Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
		1.0 psi: 140.18 m	238.28 m	Zonas externas vulnerables por radiación térmica:	Zona de tanques (planta de distribución).....20 m	
				Intercambiadores de calor.	Propiedad de la marina.....223 m	
					Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano:	
					Esfera.....7 m	
					Intercambiadores de calor.....2 m	
					Sistema de re-licuado.....8 m	
					Patín de medición..... 50 m	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba alcanzará el 0.5L.I.I desde 1.60 m hasta los 4.63 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 solo afectarían a los intercambiadores de calor, además de presentarse incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 8.14 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 14.90 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, a este nivel quedaría expuesto el personal del SCD. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de sobrepresión la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica		110 m	1.408 psi	Ligera distorsión de la estructura.
CEMEX (Área de proceso)		135 m	1.103 psi	Falla en conexiones.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)		20 m	23.28 psi	Equipo 100% dañado.
Propiedad de la marina		223 m	<0.64 psi	Daño estructural menor y limitado.
Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera	7 m	323.132 psi	Equipo 100% dañado.
	Intercambiadores de calor	2 m	>463.20 psi	Equipo 100% dañado.
	Sistema de re-licuado	8 m	253.098 psi	Equipo 100% dañado.
	Patín de medición	50 m	4.11 psi	Falla en recipientes metálicos.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 140.18 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 238.28 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La bomba Blackmer LGDL4 es un equipo de desplazamiento positivo, por lo tanto, se colocarán una válvula Bypass. La válvula Bypass seleccionada para este sistema será marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 LPM, por lo que holgadamente protege la bomba. 2. Esta válvula Bypass estará calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm², que es mayor a la presión diferencial necesaria para llenar los tanques de almacenamiento de la planta adyacente, pero menor que la máxima que soporta la bomba que es 7.02 kg/cm², garantizando así que proteja la bomba y que no se abra la válvula de alivio interna. 3. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 4. Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	1. El área de intercambiadores y bombas estará protegido por un sistema de rociado integrado por 6 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor manual de PQS 5. Un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

No.	Evento simulado	ÁREA DE BOMBAS.		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Radios de afectación				
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
13	Ruptura de la línea de succión por flexión y degollamiento, se considera que actúa la válvula de exceso de flujo. La ruptura se entre la válvula de cierre de emergencia que se encuentra en la línea de líquido y la válvula de bola recta que precede al filtro de paso. Por tanto la cantidad de gas l.p. fugado será la que quede atrapada en el segmento de tubería ubicada entre estas dos válvulas. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 1.94 kg/m ³ Flujo de 2400 l/min	Sobrepresión. 10.0 psi: 19.46 m 3.0 psi: 39.70 m 1.0 psi: 90.63 m	Sobrepresión 0.5 psi: 154.06 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma. Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Infraestructura telefónica.....110 m CEMEX (área de proceso)...135 m Zona de tanques (planta de distribución).....30 m Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano: Esfera.....7 m Intercambiadores de calor.....2 m Sistema de re-licuado.....8 m Patín de medición..... 50 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	La fuga se comportaría como una emisión instantánea PUFF. a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. Ruptura de la línea de succión por flexión y degollamiento alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde el origen hasta 7.47 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde el origen hasta los 13.07 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de sobrepresión la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica CEMEX (Área de proceso) Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m³)		110 m	0.808 psi	Daño menor a estructuras. Daño menor a equipos. Falla catastrófica en recipientes horizontales presurizados.
		135 m	0.628 psi	
		20 m	9.48 psi	
Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera	7 m	135.642 psi	Equipo 100% dañado.
	Intercambiadores de calor	2 m	>198.39 psi	Equipo 100% dañado.
	Sistema de re-licuado	8 m	104.268 psi	Equipo 100% dañado.
	Patín de medición	50 m	2.16 psi	Daño menor a equipos.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diegas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 90.63 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 154.06 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La bomba Blackmer LGDL4 es un equipo de desplazamiento positivo, por lo tanto, se colocarán una válvula Bypass. La válvula Bypass seleccionada para este sistema será marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 LPM, por lo que holgadamente protege la bomba. 2. Esta válvula Bypass estará calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm², que es mayor a la presión diferencial necesaria para llenar los tanques de almacenamiento de la planta adyacente, pero menor que la máxima que soporta la bomba que es 7.02 kg/cm², garantizando así que proteja la bomba y que no se abra la válvula de alivio interna. 3. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 4. Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	1. El área de intercambiadores y bombas estará protegido por un sistema de rociado integrado por 6 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor manual de PQS 5. Un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

INTERCAMBIADORES DE CALOR.						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
14	Si debido a una mayor presión de descarga en las bombas y/o bien por falta de alineación en las válvulas de globo a la salida del intercambiador de calor (calentador), se tuviera un mayor flujo de GLP, esto ocasionaría una sobrepresión sobre válvulas de globo rectas, o bien, fuga en instrumentos o en la línea interna del intercambiador. Se considera un diámetro de fuga equivalente a ¼". Tiempo de respuesta 10 minutos.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.95 m 12.5 kW/m ² : 5.18 m 5.0 kW/m ² : 8.11 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 15.00 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m ³ Flujo de 800 L/min.	Sobrepresión. 10.0 psi: 20.89 m 3.0 psi: 42.63 m 1.0 psi: 97.32 m	Sobrepresión 0.5 psi: 165.42 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Bombas de trasiego de gas l.p.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Infraestructura telefónica.....110 m CEMEX (área de proceso)...135 m Zona de tanques (planta de distribución).....23 m Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano: Esfera.....7 m Bombas de gas l.p.....2 m Sistema de re-licuado.....8 m Patín de medición..... 50 m	
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.					
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.					
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través de las válvulas de globo rectas, o bien, fuga en instrumentos de la línea interna del intercambiador alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 2.01 m hasta 2.68 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.66 m hasta los 5.27 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 solo afectarían a las bombas de trasiego de gas l.p., además de presentarse incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 8.11 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 15.0 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de sobrepresión la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica CEMEX (Área de proceso) Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³) Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera Bombas Sistema de re-licuado Patín de medición	110 m	1.408 psi	Ligera distorsión de la estructura.
		135 m	1.103 psi	Falla en conexiones.
		23 m	23.28 psi	Equipo 100% dañado.
		7 m	323.132 psi	Equipo 100% dañado.
		2 m	>463.20 psi	Equipo 100% dañado.
		8 m	253.098 psi	Equipo 100% dañado.
		50 m	4.11 psi	Falla en recipientes metálicos.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 97.32 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 165.42 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 2. Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	1. El área de intercambiadores y bombas estará protegido por un sistema de rociado integrado por 6 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor manual de PQS 5. Un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**“SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO”**

CAPÍTULO II.

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

CARRETERA A PICHILINGUE KM. 18 DENTRO DEL RECINTO PORTUARIO DEL PUERTO COMERCIAL
PICHILINGUE, C.P. 23208, MUNICIPIO DE LA PAZ, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Para definir y justificar las zonas de protección entorno a la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	-	37.5 kW/m ² o 11887 BTU/pie ² ·h 12.5 kW/m ² o 3962 BTU/pie ² ·h	10.0 lb/plg ² 3.0 lb/plg ²
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1500 BTU/pie ² ·h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 kW/m ² o 440 BTU/pie ² ·h	0.5 lb/plg ²

Dado lo anterior la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de las metodologías antes descritas se realizó el análisis de consecuencias a través del software SCRI – Fuego Ver. 2.1, el cual realiza la simulación de eventos con fuego y/o explosión. Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

Cabe destacar que de acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que contará el Sistema de Almacenamiento de GLP, mediante Planta de Suministro es prácticamente improbable que se presente un evento indeseado que pueda generar un riesgo de grandes dimensiones. No obstante, dentro de los eventos evaluados, hay algunos que presentan probabilidad de ocurrencia alta respecto a los demás, y que se han definido como los más probables, tal es el caso de los eventos que están relacionados con errores humanos, corrosión por falta de mantenimiento, o bien, por el desgaste o avería del material por exceder el tiempo de vida útil del elemento. Por lo que deberá poner énfasis en la prevención del factor común que desencadena estos eventos a través de la revisión periódica de cada uno de los elementos que integrarán el sistema así como de su mantenimiento preventivo. En tanto que los eventos que involucran la ruptura total de la tubería y del recipiente de almacenamiento se han definido como los eventos catastróficos debido a la severidad de sus consecuencias, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia es prácticamente improbable, aunque es posible su ocurrencia.

Si bien, la mayoría de los escenarios están sobreestimados, el presente análisis contempla el desarrollo de estos eventos a fin de poder determinar la máxima zona de afectación, para así tomar las medidas necesarias de prevención.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas media promedio del sitio con base en la información de los últimos diez años. No obstante, la velocidad de viento se consideró de 1.5 m/s una vez que no se disponen datos estadísticos mayores a 6 años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada. En la (Tabla II.1.1.) y (Tabla II.1.2.) se muestran los parámetros utilizados en el cálculo de los eventos propuestos y las propiedades físico-químicas del GLP.

Tabla II.1.1. Parámetros utilizados en el desarrollo de cálculo de los eventos propuestos.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad	Justificación de Valores
Temperatura media promedio.	T	24.1	°C	Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Normales climatológicas, Estación meteorológica 0 0003074. La Paz (DGE).
Velocidad del viento.	u	1.5	m/s	
Humedad relativa del sitio.	H _w	53.65	%	Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP
Presión atmosférica.	P _A	1.0110	bar	
Presión de vapor del Gas L.P. a T _{amb} .	P	248001.071	Pa	Constantes de <i>Antoine</i> para el Gas L.P. (Propano/butano) 90/10% A = 3.928717 B = 817.1746 C = 246.2149
Factor de explosión.	E	0.10	adimensional	El factor de explosividad determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión E= 0.10 cuando el escenario se considera DMC (daño máximo catastrófico)
Calor de combustión de TNT.	HC _{TNT}	4680	kJ/kg	Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT)

Tabla II.1.2. Propiedades físico-químicas del gas l.p. (Mezcla propano-butano 90/10)

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	GLP	Propano	Butano
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	90	10
Peso molecular (kg/k-mol)	45.50	44.10	58.12
Punto de ebullición (°K)	235.26	231.11	272.65
Temperatura crítica (°K)	375.36	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4.203 E+06	4.248 E+06	3.796 E+06
Volumen crítico (m ³ /kmol)	0.21	0.20	0.26
Capacidad calorífica del gas a presión constante y temperatura de interés (J/kg.°K)	1669.36	1666.04	1692.02
Calor de vaporización del líquido a temperatura de ebullición (J/kg)	419985.18	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m ³)	585.05	582.51	602.41
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. °K)	2257.39	2252.25	2292.47
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPC (SLAB)	--	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.13	1.13	1.09
Concentración estequiometría (%)	9.50	4.0	3.10
Calor de combustión (kJ/kg)	46254.56	46333.0	45719.0
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

Considerando los resultados de la jerarquización efectuada, se seleccionan los escenarios ubicados en la región de Riesgo No tolerable y ALARP, a fin de considerar las posibles afectaciones hacia el personal, población, medio ambiente e instalación en caso de existir una fuga y/o incendio en las instalaciones del sistema de almacenamiento y se realizará una Análisis de Consecuencias de dichos escenarios.

A continuación se describen cada uno de los escenarios a evaluar.

El desarrollo de cálculo y simulaciones de cada uno de los eventos identificados podrá consultarlo en el Anexo E. “Memoria de Cálculo y Simulaciones”

ESCENARIO: ESC-001-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: DESCARGA Y TRASIEGO DE GAS L.P PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: CONEXIÓN VÁLVULA DE DESCARGA DEL BTG - MANGUERA.

Si debido a una sobrepresión al momento de la descarga de gas l.p., la manguera se zafara dejando que el GLP en fase líquida se escape a través de la válvula de descarga del buque tanque y a través de la manguera; se generaría una condición peligrosa que podría desencadenar lo siguientes eventos a partir de que el GLP en fase líquida se evapore de manera parcial o total (con el objetivo de hallar los mayores daños se considera que la totalidad del GLP líquido se evapora), entrando en la atmósfera:

- a) Llamarada (Flash-Fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
- b) Formación de un dardo de fuego (Jet-Fire) por la continuidad de la bomba del BTG.
- c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

Tras el desprendimiento de la manguera y la demora (60 segundos) en la obturación de la fuga, la emisión del GLP del sistema a la atmósfera se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad de descarga (40 Ton/h). Además se considera la emisión instantánea de GLP que se encuentra contenido en la manguera.

ESCENARIO: ESC-002-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: MANGUERA.

Si debido al desgaste por flexiones o bien por exceder su tiempo de vida útil la manguera presentara un orificio en el extremo de conexión a bordo, y los operadores no se percataran de esta situación al momento de realizar la conexión con el manifold de descarga del buque tanque. Lo anterior provocaría una fuga continua a través de la fisura, la cual se considera tiene un diámetro de 1.0"

La descarga se considera en forma líquida debido a que la distancia de descarga está en la superficie, por lo que el líquido en su paso a través del orificio no se vaporizaría, la vaporización ocurriría en la atmósfera. Además para efectos del cálculo se consideró que todo el líquido fugado forma una nube de gas inflamable la cual ante la presencia de una fuente de ignición esta podría incendiarse. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

- a) Llamarada (Flash-Fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.

- b) Formación de un dardo de fuego (Jet-Fire) por la continuidad de la bomba del BTG.
- c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

ESCENARIO: ESC-003-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P. PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: BRIDA(S) DE UNIÓN DE LA LÍNEA DE RECEPCIÓN (TUBERÍA DE LÍQUIDO DE 6")

Si durante la descarga de gas l.p. del buque tanque a la esfera mediante la línea de recepción existiera una variación en los parámetros de operación, es decir, que se tuviera una mayor presión, temperatura o un flujo mayor, se puede presentar sobrepresión, oscilaciones térmicas, o bien, un alto nivel de vibración en la línea provocando una fuga de gas l.p. a través de la brida.

Para calcular la masa de gas l.p. fugado se considera que alrededor de la brida hay una abertura de 0.25" que aunado a lo anterior esta presenta corrosión y un mal arreglo en los espárragos que aseguran la brida. La masa fugada formará, con el paso del tiempo en el cual los instrumentos actúan, una nube inflamable que podría generar una explosión de la misma.

Con base en la visita realizada al sitio se determinó que tanto el tipo de sistema de detección de fugas y el tipo de sistema de aislamiento en esta sección corresponde al tipo C, por lo que la duración de la fuga se estima en 60 minutos.

ESCENARIO: ESC-004-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P. PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: LÍNEA DE RECEPCIÓN DE GAS L.P. (TUBERÍA DE LÍQUIDO DE 6")

Por efectos de corrosión se considera la formación de un orificio en la línea principal de conducción cédula 80, la cual se encuentra presurizada a 2.5 kg/cm^2 y con un flujo de $1.139 \text{ m}^3/\text{min}$, el tamaño de esta fisura es de 1.2" equivalente al 20% del diámetro de la tubería (6") con la consecuente formación de una nube potencialmente inflamable y explosiva.

- ♦ El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 3 minutos.
- ♦ El gas l.p. que se escapa por la rotura diametral, entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), a causa de la electricidad estática presente, lo cual da lugar a un chorro de fuego (Jet fire)
- ♦ El gas inflamable que se escapa por la rotura diametral de la línea forma una atmosfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa), originando una explosión no confinada NVNC
- ♦ El tipo de liberación de la fuga es continuo.

- ♦ El diámetro del orificio es de 0.03048 m para un orificio equivalente al 20% del diámetro del ducto.

ESCENARIO: ESC-005-DIESGAS-18
NODO 1: LÍNEA DE RECEPCIÓN
OPERACIÓN: TRASIEGO DE GAS L.P. PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG) A LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
ELEMENTO: LÍNEA DE RECEPCIÓN DE GAS L.P. (TUBERÍA DE LÍQUIDO DE 6")

Si debido a falla en uniones bridadas y ante la ocurrencia de un sismo se presentara la ruptura total de la línea de recepción de gas l.p. que inicia en la conexión de la manguera con la válvula de descarga del BTG, la cual cuenta con un segmento submarino, otro enterrado y otro superficial. Se considera que la ruptura total de la línea y el escape de su contenido a lo largo del segmento de aproximadamente 140 m (antes del punto de ruptura) considerando que a este sección la precede una válvula de cierre rápido.

ESCENARIO: ESC-006-DIESGAS-18
NODO 2: PATÍN DE MEDICIÓN.
OPERACIÓN: REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE FLUJO DE GLP PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG).
ELEMENTO: VÁLVULA (S) DE RELEVO HIDROSTÁTICA INSTALADAS EN EL PATÍN DE MEDICIÓN.

Por una sobrepresión en la línea, una temperatura o flujo mayor durante la operación se abrieran al comienzo de la descarga del líquido las válvulas hidrostáticas de acción pop, las cuales según la ingeniería básica del proyecto serán de 1/2", con una apertura de 28.13 Kg/cm² y una capacidad de 22 m³/min. El patín de medición contará con tres válvulas de relevo hidrostáticas.

ESCENARIO: ESC-007-DIESGAS-18
NODO 2: PATÍN DE MEDICIÓN.
OPERACIÓN: REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE FLUJO DE GLP PROVENIENTE DEL BUQUE TANQUE GASERO (BTG).
ELEMENTO: UNIÓN BRIDADA DEL MEDIDOR DE FLUJO MÁSSICO.

Si debido a una sobrepresión a la llegada del gas l.p. proveniente del BTG y ante un incorrecto apriete/ensamble de los pernos que sujetan la unión bridada del medidor de flujo másico se presentará la fuga de gas l.p. a través de la brida. Se considera un diámetro de fuga equivalente a 1/4". La descarga se considera en forma líquida, por lo que el líquido en su paso a través del orificio no se vaporizaría, la vaporización ocurriría en la atmósfera. Además para efectos del cálculo se consideró que todo el líquido fugado forma una nube de gas inflamable la cual ante la presencia de una fuente de ignición esta podría incendiarse. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

ESCENARIO: ESC-008-DIESGAS-18
NODO 3: ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
OPERACIÓN: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. SEMIREGRIGERADO
ELEMENTO: VÁLVULA DE RELEVO (PSV) DE LA ESFERA.

Debido a un exceso de presión en el recipiente esférico ya sea por llenado excesivo, o bien, por exposición al fuego debido a un incendio cerca del área de almacenamiento ocurre el calentamiento de la superficie del recipiente. A consecuencia del calentamiento y de la incidencia directa de las llamas sobre el área donde se encuentra la fase vapor, la presión interna puede llegar a alcanzar la presión de diseño de la (s) válvula (s) de seguridad que se encuentra(n) acopladas la boquilla de 6" en el casquete superior del recipiente. La capacidad de desfogue de GLP en fase vapor será de 2383.20 m³/min.

ESCENARIO: ESC-009-DIESGAS-18
NODO 3: ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
OPERACIÓN: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. SEMIREGRIGERADO
ELEMENTO: PARED METÁLICA DE LA ESFERA.

Se considera que el recipiente esférico se encuentra al 85% de su capacidad (capacidad de operación). Se considera la formación de un orificio de 1" en la pared del recipiente, el cual se ubica a 2.32 m medidos de NPT al cuerpo de la esfera.

La emisión se considera se lleva a cabo en fase líquida, la cual formará un charco que se volatilizará al absorber calor del entorno y de la superficie del derrame. La temperatura del charco se reducirá al evaporarse el material. Al calcular la tasa de emisión atmosférica, se asume que ocurre una volatilización inmediata del material.

ESCENARIO: ESC-010-DIESGAS-18
NODO 3: ESFERA DE ALMACENAMIENTO.
OPERACIÓN: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. SEMIREGRIGERADO
ELEMENTO: ESFERA.

Se considera la ocurrencia de un incendio en el sistema de almacenamiento y que este envuelve al recipiente esférico TE-101, con capacidad de 40,000 bls, lo que propicia el desarrollo de una BLEVE (Explosión de vapores en expansión de líquidos en ebullición) de dicho recipiente la cual tiene lugar por la rápida expansión del líquido contenido y por la combustión rápida del GLP. Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 25 % de su capacidad de total, es decir, almacena 1, 590,000 L de GLP en fase líquida a -15° C de temperatura y 2.5 kg/m². Lo anterior se sustenta en el hecho de que el desarrollo de la BLEVE es más probable cuando el tanque está más vacío que lleno.

ESCENARIO: ESC-011-DIESGAS-18
NODO 4: SISTEMA DE RELICUADO.
OPERACIÓN: RECUPERACIÓN DE VAPORES DE GAS L.P.
ELEMENTO: CONEXIÓN BRIDADA DE LA LÍNEA DE GAS VAPOR QUE ENTRA AL CONDENSADOR RECIBIDOR.

Fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la tubería de gas vapor con el condensador recibidor debido a sobrepresión causada por obstrucción en la tubería. Se considera un diámetro equivalente de fuga de 1" y tiempo de respuesta de 10 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -10°C y presión 2.43 kg/m³ Flujo de 1260 kg/hr

ESCENARIO: ESC-012-DIEGAS-18
NODO 5: BOMBAS.
OPERACIÓN: BOMBLEAR GLP LÍQUIDO DESDE ZONA DE LA ESFERA HASTA INTERCAMBIADORES DE CALOR.
ELEMENTO: SELLO DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE GAS L.P BLACKMER LGL-4E

Fuga de gas LP en el área de bombas por falla de sello mecánico de la bomba Blackmer LGL -4E, diámetro equivalente de fuga ¼", tiempo de respuesta 30 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m³ Flujo de 1260 kg/hr

ESCENARIO: ESC-013-DIEGAS-18
NODO 5: BOMBAS.
OPERACIÓN: BOMBLEAR GLP LÍQUIDO DESDE ZONA DE LA ESFERA HASTA INTERCAMBIADORES DE CALOR.
ELEMENTO: LÍNEA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE GAS L.P BLACKMER LGL-4E

Ruptura de la línea de succión por flexión y degollamiento, se considera que actúa la válvula de exceso de flujo. La ruptura se entre la válvula de cierre de emergencia que se encuentra en la línea de líquido y la válvula de bola recta que precede al filtro de paso. Por tanto la cantidad de gas l.p. fugado será la que quede atrapada en el segmento de tubería ubicada entre estas dos válvulas. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 1.94 kg/m³ Flujo de 2400 l/min. La fuga se comportaría como una emisión instantánea PUFF.

ESCENARIO: ESC-014-DIEGAS-18
NODO 6: INTERCAMBIADORES DE CALOR (CALENTADORES)
OPERACIÓN: CALENTAMIENTO DE GAS L.P. PARA ENTREGARLO A LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN REQUERIDAS POR LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
ELEMENTO: VÁLVULAS DE GLOBO RECTAS, O BIEN, INSTRUMENTOS DE LA LÍNEA INTERNA DEL INTERCAMBIADOR QUE CONDUCE GAS L.P. EN FASE LÍQUIDA.

Si debido a una mayor presión de descarga en las bombas y/o bien por falta de alineación en las válvulas de globo a la salida del intercambiador de calor (calentador), se tuviera un mayor flujo de GLP, esto ocasionaría una sobrepresión sobre válvulas de globo rectas, o bien, fuga en instrumentos o en la línea interna del intercambiador. Se considera un diámetro de fuga equivalente a ¼". Tiempo de respuesta 10 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m³ Flujo de 800 L/min

Es necesario aclarar que estos eventos están sobrestimados, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD (FRECUENCIA)} * \text{DAÑO}$$

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo. Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

$$\text{Probabilidad} = \frac{\text{CERO} - \text{BLEVE} - \text{en} - \text{empresas} - \text{privadas}}{\text{En} - 100 - \text{años}}$$

$$\text{Daño} = \frac{\text{CERO} - \text{Víctimas}}{\text{Por} - \text{BLEVE} - \text{en} - \text{empresas} - \text{privadas}}$$

NOTA: Registro observado de un “Análisis histórico de incidentes BLEVE” reportado en el “Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño, Vol. I, pag. 348 Ed. Mc Graw Hill”

Matemáticamente el valor del RIESGO es “**CERO víctimas**”, sin embargo, sabemos que el riesgo siempre existe, además hallar un valor de riesgo siempre es una PREDICCIÓN, por lo que es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación.

Se considera que la explosión BLEVE tiene una probabilidad baja debido a que es consecuencia de una serie de eventos específicos como los que se describen a continuación:

Las medidas de seguridad que actuaran en caso de que se presente esta situación son:

Respuestas de seguridad.

- Válvulas hidrostáticas en todas las tuberías necesarias.
- Sistema de paro de emergencia.
- Válvulas de corte
- Válvulas de exceso de flujo.
- Medidor de nivel tipo radar.

Mitigación.

- Venteo. (Válvulas de seguridad para aliviar exceso de presión en el recipiente de almacenamiento).
- Sistema de aspersión en área de almacenamiento.
- Monitores e hidrante.
- Extintores.

Operaciones de emergencia

- Alarmas.
- Procedimientos de emergencia.
- Equipos de protección personal.

Respuestas de control, respuestas de los operadores.

- Identificación de paros automáticos, tablero eléctrico,
- Capacitación a los operarios (planteros).
- Participación en el desarrollo de simulacros.
- Formación de brigadas.

Agentes externos.

- Promocionarán la participación y desarrollo de Programas de Prevención de Accidentes a nivel interno y externo.

Flujo adecuado de información.

- Desarrollarán propuestas para informar a la población presente en los alrededores y principalmente a las industrias cercanas.

A continuación se integra el Anexo.2, en donde se muestran los datos de especificación de cada uno de los escenarios de riesgo identificados.

Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

ZONAS DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado
Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.			

ZONAS DE AFECTACIÓN POR EL INCENDIO DE UNA NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)	
Zona de fatalidad L.I.I (1.8 %/18000 ppm) (100% de letalidad)	Zona de quemado 0.5 L.I.I (0.9%/9000 ppm) (Se presentan daños graves a equipos)

Cabe mencionar que en el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

Si bien los efectos de la llamarada o *flash fire* es la radiación térmica por el contacto directo de la flama, la literatura disponible proporciona poca información respecto a éstos efectos debido a que el fenómeno de **la llamarada tiene una duración corta, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube. No obstante, se conoce que **las personas que permanezcan dentro del área de flama (L.I.I.) tendrán heridas fatales**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

Por tanto, las zonas de seguridad en torno a la instalación quedarán definidas por los radios potenciales de afectación arrojados por la evaluación de los **EVENTO CATASTRÓFICOS (de menor probabilidad pero de mayor daño)**, los cuales corresponden a la **BLEVE de del recipiente** esférico y a la **ruptura total de la tubería** principal que conduce el gas l.p. del BTG al recipiente esférico. Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 25 % de su capacidad de total, es decir, que al momento de la explosión almacena 1, 590,000 L de GLP en fase líquida a -15° C de temperatura y 2.5 kg/m². Lo anterior se sustenta en el hecho de que el desarrollo de la BLEVE es más probable cuando el tanque está más vacío que lleno.

Se integra a continuación el Anexo 3, en donde se muestra la representación en planos de los radios potenciales de afectación.

II.2. INTERACCIONES DE RIESGO.

EFEECTO DOMINO.

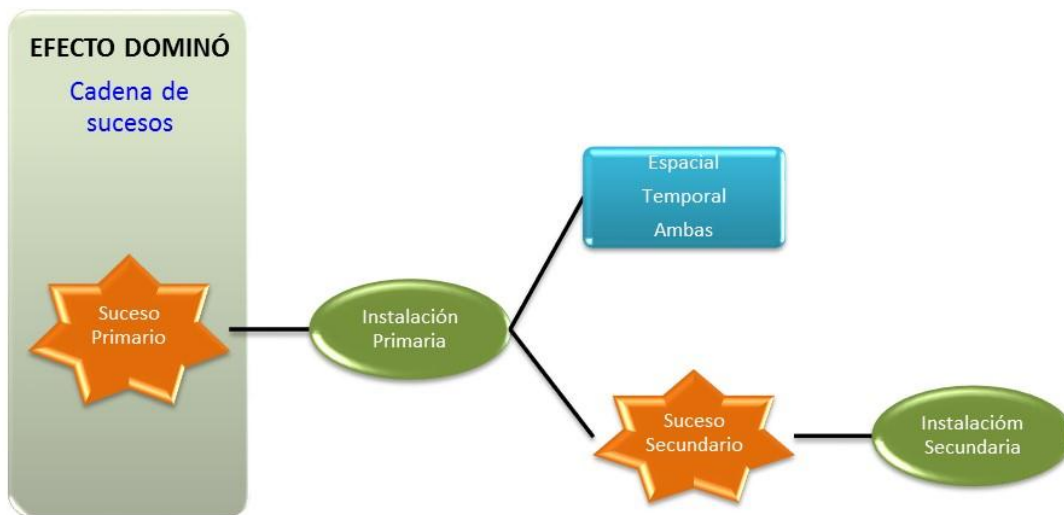
El efecto dominó se puede definir como *"un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por éstos, tanto espacial como temporalmente, generando un accidente grave"*.

La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99, es la siguiente:

"La concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, explosión, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos"

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente: Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "primario" o "iniciador" que afecta a una instalación primaria (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones secundarias.

Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario". La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas.



Por lo que para poder predecir una posible interacción de riesgo **con los equipos o instalaciones que por sus características representen la posibilidad de desencadenar un efecto dominó**, es necesario conocer las distancias entre estos elementos y el punto donde se origina el escenario primario, así como el daño esperado a los equipos de proceso o instalaciones a determinadas sobrepresión o nivel de radiación.

En este sentido, es importante señalar que para daños por radiación térmica se evaluará una posible interacción de riesgo con aquellos *elementos vulnerables exteriores que se encuentren dentro del radio de afectación definido por los niveles de radiación equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m²*, una vez que para los niveles de radiación de 1.4 y 5.0 kW/m², no se registran daños a equipos de proceso y materiales.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor u conductividad de calor en experimentos con calor radiante". *Fis. Ap.* Vol. 3. P. 703, 1951
Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973

Asimismo, de acuerdo a lo señalado por Robertson, R.B.; (1976). "*Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire*". I. *Chem. E. Symposium Series*, 47, *Accidental release, assessment containment and control*, 157; refiere que pueden producirse incendios secundarios en edificaciones cuando éstas se hallen sometidas a flujos de radiación superiores a 12.6 kW/m² y en plantas de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables cuando la radiación sea superior a 37.5 kW/m².

El valor límite para edificaciones es inferior al de plantas de proceso debido a la generación de mayores emisiones de vapores inflamables en los elementos estructurales de madera, papel, plásticos, recubrimientos, etc. El segundo límite se fundamenta en estudios sobre distribución de tanques de almacenamiento de productos inflamables, donde se establece que, por razones de seguridad ante el incendio de un tanque, cualquier otro contiguo no debe recibir una radiación superior al valor indicado. El citado autor establece un límite de tiempo en torno a 20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable.

Sumado a lo anterior, se tiene que en cuestión de daños a equipos/materiales por radiación térmica se distinguen dos niveles de daños:

Daño nivel 1: Ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales.

Daño nivel 2: Daños tales como: decoloración seria de una cierta superficie de materiales, levantamiento de pintura y/o apreciables deformaciones de los elementos estructurales.

Lo anterior con base en la literatura "*Methods for the determination of posible damage*" CPR 16E A.J. Roos. Quedando claro que para una situación dada la radiación necesaria

para alcanzar el nivel de daño 1 será mayor que la requerida para el nivel de daño 2, donde el factor tiempo es determinante para definir el nivel de daño.

Los datos que se muestran a continuación son considerados como valores globales de la intensidad de radiación crítica de materiales específicos y son válidos para un **tiempo de exposición mayor a 30 minutos** ver (Tabla II.2.1.).

Tabla II.2.1. Valores globales de la intensidad de radiación crítica de materiales específicos para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos.

Material	Intensidad de radiación crítica kW/m ²	
	Daño Nivel 1	Daño Nivel 2
Madera	15	2
Materiales sintéticos	15	2
Vidrio	4	-
Acero	100	25

Del mismo modo para el análisis de posibles interacciones de riesgo por daños por sobrepresión nos enfocaremos en los efectos sobre equipos de proceso. En este sentido se tiene que:

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones.	Daños menores a equipos de proceso.
Fuente: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier			

Por tanto la evaluación de un posible efecto domino se hará con aquellos *elementos vulnerables exteriores que se encuentren dentro del radio de afectación definido por las ondas de sobrepresión equivalentes a 10, 3 y 1 psi.*

Cabe destacar que en la zona del proyecto por encontrarse dentro del recinto Portuario del Puerto de Pichilingue se desarrollan diversas actividades del tipo comercial, portuario y turístico, tales como: el muelle de usos múltiples 1 y 2, patios de maniobras, muelles camaroneros y de usos múltiples, terminal de transbordadores (carga de pasajeros), Oficinas API-BCS, Sección Aduanera de Pichilingue, Club Hotel Cantamar, entre otros. No obstante el enfoque del presente análisis de interacción de riesgo se centrará sobre aquellas instalaciones en donde se considera pudieran existir *elementos vulnerables con los que en caso de un evento indeseado pudiera desarrollarse un efecto domino.* En este sentido destacan dos instalaciones: la terminal de cemento CEMEX, ubicada al Norte del proyecto y la planta de distribución de gas l.p. propiedad de la misma empresa, ubicada al Oeste del proyecto.

Asimismo, aunque de manera no permanente, se considera la presencia del Buque Tanque como una posible interacción de riesgo. Aunque cabe recalcar que aún no se han definido las características del BTG que suministrará de gas l.p. al proyecto. No obstante para obtener un estimado de los posibles efectos que se tendrían por el efecto domino con el buque se consideraron las características del BTG Cosalá, el cual actualmente suministra a la planta de distribución colindante al proyecto. Por lo que una vez que el proyecto inicie operaciones y defina las características del buque deberá evaluarse nuevamente esta posible interacción de riesgo ver (Tabla II.2.2.).

Tabla II.2.2. Equipos o instalaciones ubicadas dentro de la zona de alto riesgo que por sus características representan la posibilidad de desencadenar un efecto domino.

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aprox. del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
1	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 16.18 m	Buque tanque.	0 m	Daños a equipos de proceso del BTG, que podrían propiciar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 27.46m			Incendio secundarios en el área, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación de BTG
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión.	(10.0 psi): 38.44 m	Buque tanque.	0 m	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo del BTG.
			(3.0 psi): 78.44 m	Buque tanque.	0 m	50% de equipo de proceso dañado.
			(1.0 psi): 179.07 m	Muelle CEMEX	109 m	Falla en conexiones.
2	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):10.83 m	Buque tanque	0 m	Daños a equipos de proceso del BTG, que podrían propiciar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 18.35 m			Incendio secundarios en el área, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación de BTG
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 29.14 m	Buque tanque	0 m	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo del BTG.
			(3.0 psi): 59.46 m			50% de equipo de proceso dañado del BTG.
			(1.0 psi): 135.73 m	Muelle CEMEX	109 m	Falla en conexiones del BTG.
3	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):2.83 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 4.84 m			Ninguna
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 35.92 m	Patín de medición	57 m	El patín de medición se dañaría en un 50% por la onda choque.
			(3.0 psi): 73.31 m	Esfera	100 m	Falla en conexiones de la esfera, sistema de relicuado, bombas e intercambiadores de calor, tanques de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 250 m ³ .
			(1.0 psi): 167.36 m	Sistema de re-licuado	85 m	
				Bombas e intercambiadores	115 m	
				Tanques de gas l.p. 250 m ³	135 m	
				Área de proceso CEMEX	145 m	Por su parte CEMEX sufriría la demolición parcial de su estructura y el fallo en las conexiones de su equipo de proceso.
			4	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):12.93 m
(12.5 kW/m ²): 21.87 m						
Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 56.28 m		Patín de medición	53 m	El patín de medición se vería dañado al 100% por la onda de choque.
		(3.0 psi): 114.85 m		Esfera	93 m	La esfera, sistema de re-licuado, así como las bombas e intercambiadores sufrirían daños en un 50% de su estructura.
			Sistema de re-licuado	90 m		
			Bombas e intercambiadores	109 m		
		(1.0 psi): 262.17 m	Tanques de gas l.p. 250 m ³	135 m	Falla en conexiones de tanques de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 250 m ³ . Por su parte CEMEX sufriría la demolición parcial de su estructura y el fallo en las conexiones de su equipo de proceso.	
			Área de proceso CEMEX	145 m		

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aproximada del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
5	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 41.41 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 70.06 m	Patín de medición	53 m	Incendio secundarios en el área del patín de medición, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación del patín de medición.
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 73.33 m	Patín de medición	53 m	100% de daño sobre el patín de medición
			(3.0 psi): 149.65 m	Esfera	100 m	La esfera, sistema de re-licuado, así como las bombas e intercambiadores y tanques de almacenamiento de gas l.p. de 250 m ³ sufrirían daños en un 50% de su estructura.
				Sistema de re-licuado	85 m	
				Bombas e intercambiadores	115 m	
				Tanques de gas l.p. 250 m ³	135 m	
				Área de proceso CEMEX	145 m	En tanto que los edificios de CEMEX con estructura de acero se verían distorsionados y arrancados de sus cimientos
			(1.0 psi): 341.60 m	Ninguna	N/A	
6	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 8.62 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 14.65 m	Ninguna	N/A	N/A
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión.	(10.0 psi): 19.79 m	Ninguna	N/A	N/A
			(3.0 psi): 40.39 m	Esfera	35 m	La esfera y sistema de re-licuado sufrirían daños en un 50% de su estructura.
			(1.0 psi): 92.20 m	Sistema de re-licuado	35 m	
				Bombas e intercambiadores	50 m	Falla en conexiones de la esfera, sistema de re-licuado, bombas e intercambiadores de calor por la onda de choque.
7	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 2.57 m	Ninguna	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 4.70 m			
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 24.92 m	Ninguna	N/A	N/A
			(3.0 psi): 50.85 m	Sistema de re-licuado	35 m	50% de dañado en el sistema de re-licuado.
				Esfera	35 m	
				Bombas e intercambiadores	50 m	
			(1.0 psi): 116.08 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	75 m	Falla en conexiones de los tanques de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 250 m ³
8	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 37.19 m	Sistema de re-licuado	12 m	Daños severos al sistema de re-licuado, bombas e intercambiadores de calor y patín de medición, se esperaría el colapso de estructuras por incendio en estos equipos, así como la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además de la rotura o falla de elementos estructurales.
				Bombas e intercambiadores	7 m	
				Patín de medición	35 m	
			(12.5 kW/m ²): 73.60 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 63.76 m	Sistema de re-licuado	12 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta.
				Patín de medición	60 m	
				Bombas e intercambiadores	7 m	
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	
			(3.0 psi): 130.12 m	Área de proceso CEMEX	95 m	50% de equipo de proceso dañado.
			(1.0 psi): 297.04 m	Buque tanque gasero	235 m	Falla en conexiones.

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aproximada del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
9	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²):13.38 m	Bombas e intercambiadores	7 m	Daños a estos equipos de proceso, por ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 22.86 m	Sistema de re-licuado	12 m	Incendio secundarios en el área, deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daño severo a equipo de instrumentación
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 58.24 m	Patín de medición	35 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	
				(3.0 psi): 118.85 m	Área de proceso CEMEX	50% de equipo de proceso dañado.
				(1.0 psi): 271.30 m	Buque tanque gasero	Falla en conexiones del BTG.
10	Bola de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 561.86 m	Área de proceso CEMEX	95 m	Daños severos por radiación térmica que puede provocar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	
				Buque tanque gasero	235 m	
				(12.5 kW/m ²): 1099.98 m	Ninguna	N/A
	Explosión BLEVE	Sobrepresión	(10.0 psi): 44.15 m	Sistema de re-licuado	12 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta.
				Bombas e intercambiadores	7 m	
				Patín de medición	35 m	
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	36 m	50% de equipo de proceso dañado.
				(3.0 psi): 90.10m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	
				(1.0 psi): 205.67 m	Área de proceso CEMEX	
11	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 2.72 m	Ninguno	N/A	N/A
			(12.5 kW/m ²): 5.03 m			
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 20.84 m	Bombas e intercambiadores de calor	8 m	100% de daño sobre este equipo de la planta.
				Esfera	12 m	
				(3.0 psi): 42.52 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	50% de la esfera dañada.
				(1.0 psi): 97.07 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	Falla en conexiones de los tanques de gas l.p. con capacidad de 250 m ³ .
12	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 3.07 m	Intercambiadores de calor	2 m	Daños a estos equipos de proceso, por ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 5.24 m			
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 30.09 m	Ninguna	N/A	100% de daño sobre la esfera.
				Intercambiadores de calor	2 m	
				Esfera	7 m	
				Sistema de re-licuado	8 m	50% de equipo de proceso dañado.
				(3.0 psi): 61.41 m	Patín de medición	
				(1.0 psi): 140.18 m	CEMEX	Falla en conexiones.

Escenario	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aproximada del origen del evento a punto de interés.	Daño esperado
13	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 19.46 m	Intercambiadores de calor	2 m	100% de daño sobre estos equipos de la planta.
				Esfera	7 m	
				Sistema de re-licuado	8 m	
			(3.0 psi): 39.70 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	30 m	50% de equipo de proceso dañado.
				Patín de medición	50 m	
			(1.0 psi): 90.63 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	30 m	Falla en conexiones.
14	Dardo de fuego	Radicación térmica.	(37.5 kW/m ²): 2.95 m	Bombas	2 m	Daños severos por radiación térmica que puede provocar el colapso de estructuras por incendio en equipos de proceso. Ignición de las superficies expuestas a la radiación, así como la rotura o falla de elementos estructurales.
			(12.5 kW/m ²): 5.18 m	Ninguno	N/A	N/A
	Explosión de una nube de vapor	Sobrepresión	(10.0 psi): 20.89 m	Sistema de re-licuado	8 m	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta
				Bombas	2 m	
			(3.0 psi): 42.63 m	Esfera	7 m	50% de equipo de proceso dañado.
				Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	23 m	
			(1.0 psi): 97.32 m	Tanques de almacenamiento de 250 m ³ de gas l.p.	23 m	Falla en conexiones.
				Patín de medición	50 m	

Por lo que de acuerdo a lo anterior expuesto se puede concluir que:

El desarrollo del efecto domino está directamente relacionado con el vector de escalación que afecta al equipo(s) o instalaciones de interés y con la distancia a la que se encuentra del origen del evento. Es decir, a cada distancia le corresponde una carga de sobrepresión o nivel de radiación, según sea el caso y por consiguiente un posible daño esperado sobre equipos de proceso.

1. La selección de las instalaciones y/o equipos con los que pudiera desencadenarse un posible efecto domino se realizó con base en los radios de afectación por radiación térmica y sobrepresión definidos por las zonas de alto riesgo por daño a equipos de proceso y tanques de almacenamiento. Destacando por sus equipos, características o sustancias manejadas, las instalaciones de CEMEX, la zona de tanques de almacenamiento de la planta de distribución propiedad de la misma empresa y el buque tanque gasero. Si bien, al sur de las instalaciones de la planta se ubican DIPSA y NEXTEL y al norte a más de 200 m se ubica el muelle de usos múltiple 2, no se prevé un efecto domino con estas instalaciones, dado que se trata de infraestructura telefónica y una terminal con actividades comerciales. Respecto a las instalaciones de la cementera solo se han considerado daños a los equipos de manera general, sin embargo, no es posible plantear el desarrollo de un efecto domino debido a la falta de información respecto a los equipos y/o sustancias que se manejan en esta instalación, una vez que la empresa guarda confidencialidad respecto a su proceso e instalaciones.
2. Básicamente se puede decir que el desarrollo de cualquiera de los escenarios planteados, ya es considerada como un evento secundario, ya que ante el desarrollo de un evento primario en cualquiera de las áreas, evidentemente alguno o varios de los equipos que conforman el Sistema y que se encuentren cercanos al área donde se suscite el evento primario podría verse afectado, fundamentalmente por el desarrollo de incendios secundarios en el área y/o bien por la onda de choque, lo que se traduciría en fallo en los equipos, que irían desde variaciones en las condiciones de operación, fracturas o daño en instrumentos. Cabe destacar que para que el recipiente esférico sufra un daño catastrófico por sobrepresión deberá recibir una onda de choque superior o equivalente a 108.8 kPa (15.78 psi), esta onda de choque alcanzaría el área donde se encuentra la esfera por cualquiera de los eventos generados en el área de bombas e intercambiadores de calor, pudiendo causar un daño catastrófico a la esfera. No obstante, esta se encuentra 2 m por arriba del nivel del área de bombas. Respecto a la ruptura de la línea de recepción, la onda de choque generada por la explosión de la nube de vapor no confinada equivalente a 108.8 kPa no afectaría a la esfera, ya que esta se alcanzaría a una distancia de 34.776 m, y la esfera se encuentra a más de 50 m.

Equipo/Área más cercanos a la esfera	Escenario	Distancia de separación entre la esfera y el equipo o área de interés	*Distancia a la cual se tendría una onda de choque equivalente a 108.8 kPa
Patín de medición	ESC-006	35 m	16.732 m
	ESC-007	35 m	21.065 m
Sistema de re-licuado	ESC-011	12 m	17.620 m
Bombas	ESC-012	7 m	25.439 m
	ESC-013	7 m	16.451 m
Intercambiadores	ESC-014	7 m	17.660 m

*Dichas distancias fueron obtenidas del reporte de resultados del modelo de sobrepresión por nubes explosivas SCRI-FUEGO

Por su parte, los incendios secundarios generados por el desarrollo de cualquiera de los eventos podrían provocar el impacto térmico sobre la superficie del recipiente, quedando este expuesto a fuego directo, es decir, que la superficie del recipiente alcanzara una intensidad de radiación crítica equivalente a 100 kW/m^2 por un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. Sin embargo, para que esto sucediera tendrían que fallar todas las medidas de mitigación y que ningún equipo de emergencia interviniera para eliminar el fuego. Situación poco probable.

Asimismo, cabe destacar la corta duración de la bola de fuego lo cual limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones por radiación térmica. No obstante, el daño catastrófico sobre el recipiente esférico se consideró por el desarrollo de un incendio, dado que la fracción radiante equivalente a 0.4 arroja los radios de mayor afectación ante el desarrollo de una BLEVE. Cabe hacer mención que la BLEVE es más factible de llevarse se a cabo cuando el recipiente está más vacío que lleno, puesto que el material del recipiente queda expuesto al fuego lo que lo debilitaría produciéndose más rápidamente una fractura y la consecuente nucleación espontánea.

3. Por tanto se establece que el evento que se considera tiene potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones es la BLEVE de la esfera. En caso de que esto sucediera podría afectar a los 12 recipientes de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 250 m^3 instalados en la planta de distribución de gas l.p. ubicada al Oeste del proyecto, esto considerando que para que se produzca un daño catastrófico en un recipiente horizontal presurizado se requiere de una onda mínima de sobrepresión de 61.22 kPa (8.87 psi), sobrepresión que se alcanza a los 47.532 m y considerando que la esfera se encuentra aproximadamente a 36 m de la tangente de los tanques de almacenamiento de 250 m^3 más próximos a esta y sumado a la radiación térmica generada por la bola de fuego, se prevé un efecto domino con dichos tanques de almacenamiento.
4. Por otra parte, se considera que las ondas de sobrepresión generadas por el desarrollo de los eventos 1 ó 2 ocasionarían una afectación al buque, específicamente se ha considerado la BLEVE del tanque de carga de mayor capacidad a bordo del buque, debido a la pérdida de integridad mecánica de este por causas indirectas de escalación derivadas del efecto radial de las ondas de sobrepresión sobre los equipos de proceso que se encuentran sobre la cubierta del buque.

A continuación se representan los radios potenciales de afectación causados por radiación térmica producidos por la bola de fuego de la BLEVE de:

- a) Los doce tanques de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros cada uno.
- b) Tanque de carga de mayor capacidad (1312 m^3) a bordo del buque tanque. Si se diera la BLEVE del otro recipiente (1142 m^3) los radios de afectación quedarían confinados dentro de los obtenidos por el de mayor capacidad.

Cabe señalar que dicha situación es prácticamente improbable debido a que si se diera un efecto dominó, **los efectos de cada tanque tendrían una diferencia en tiempo entre BLEVE y BLEVE**, no obstante, esta situación se considera para poder predecir un daño total representativo en

cuestión de consecuencias por la BLEVE de cada uno de los tanques, obteniéndose así los radios totales de afectación.

EFFECTO DOMINÓ.

RADIACIÓN TÉRMICA EMITIDA POR LA BLEVE DEL TANQUE DE CARGA A BORDO DEL **BUQUE TANQUE** CON CAPACIDAD DE 1,312 M³ EL CUAL SE ENCUENTRA AL 90 % DE SU CAPACIDAD

Se considera que la onda de sobrepresión (evento 1 o 2) daña la cubierta del buque y que algún fragmento del equipo dañado en la superficie golpea fuertemente a uno de los recipientes de carga que se encuentran ubicados por debajo de la cubierta del buque, lo que ocasiona la pérdida de su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido. El material liberado en caso de encontrar una fuente de ignición originaría la explosión BLEVE debido a la rápida expansión por la ebullición del líquido liberado. En estas condiciones se supone que el recipiente está al 90% de su capacidad.

El buque tanque cuenta con dos tanques independientes tipo "C" de forma cilíndrica y montados de forma horizontal, con capacidades de 1312 m³ (T-I) y 1142 m³ (T-II) y diseñados para almacenar gas l.p. a una temperatura mínima de carga de -48°C y presión máxima de diseño 7 kg/cm². La densidad del gas l.p. a condiciones de operación son a -35°C y 2.0 kg/cm² es de 613 kg/m³ Cabe mencionar que el diseño y construcción de estos recipientes siguen las normas constructivas que se aplican a los recipientes a presión, lo que implica un estudio de tensiones preciso para evitar sucesos poco deseables como puede ser una explosión.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
		ALTO RIESGO	AMORTIGUAMIENTO
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
413.64 m	866.35 m	1412.34 m	2654.97 m

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (T=25.69 S)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m2) ¹ / ₃ s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	2.53	85.00	2012.40	1974.13
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	5.69	250.00	1366.42	1309.41
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	9.56	500.00	1065.51	991.35
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ¹ / ₃ s	27.05	2000.00	647.90	516.94

Para representar la zona de afectación por la BLEVE de dichos recipientes se consideran los resultados arrojados por la evaluación del evento del tanque de mayor capacidad, una vez que los radios de afectación del tanque de menor capacidad quedan confinados dentro de este.

Se anexa a continuación reportes de la simulación realizada.

EFFECTO DOMINÓ.

RADIACIÓN TÉRMICA EMITIDA POR LA BLEVE DE LOS TANQUES DE 250,000 L, UBICADOS EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN UBICADA AL OESTE DEL PREDIO DEL PROYECTO.

Considerando la BLEVE del recipiente esférico y los efectos que tendría en los equipos circundantes, se propone que como consecuencia de la onda de choque que impacta contra uno de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP de 250,000 L aunado a la radiación térmica generada por la bola de fuego, se produce la BLEVE de dichos recipientes la cual tiene lugar por la rápida expansión del líquido contenido y por la combustión rápida del GLP.

Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 90 % de su capacidad de total, es decir, almacena 225,000 L (131636.25 kg) de GLP en fase líquida a condiciones de temperatura ambiental (24.1 °C) y presión normal de trabajo de 7 kg/cm².

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
		ALTO RIESGO	AMORTIGUAMIENTO
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
244.85 m	505.20 m	821.30 m	1542.08 m

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (T=25.69 S)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m2) ^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{4/3} s	3.13	85.00	1055.14	1031.68
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	7.04	250.00	716.44	681.41
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	11.83	500.00	558.67	512.98
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	33.47	2000.00	339.71	257.75

Se anexa a continuación reportes de la simulación realizada.

Cabe recordar que para que se lleve a cabo una BLEVE deben darse ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno, tales como:

- a) Tratarse de un *gas licuado* o un *líquido sobrecalentado* y a presión.
- b) 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.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- A) Limitación de presiones excesivas.
- B) Limitación de temperaturas excesivas.
- C) Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

A) MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

- *Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.*

Las válvulas de seguridad para alivio de presiones, así como los discos de ruptura, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Las válvulas de seguridad bien diseñadas retrasan el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior, sin embargo, tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Por lo que para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas debe de ser como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²).

La capacidad mínima de la válvula o conjunto de válvulas de relevo de presión requeridas debe calcularse mediante la fórmula siguiente: Q

En donde:

- Q Es la capacidad de descarga requerida en m³/min de aire en condiciones estándar a 288.75 K (15.6°C) y 101.325 kPa absolutos (1.003 kgf/cm² absolutos).
- S Es la superficie exterior del recipiente en m².
Para el recipiente esférico en cuestión, $S = 4\pi r^2$

Sustituyendo: $S = 4(3.1416) (11.564)^2 = 1,680.45 \text{ m}^2$

$$= 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$$

Además el recipiente contará con:

- 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515.
- 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664.
- *Control riguroso del grado de llenado del recipiente.*

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. Por este motivo el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado.

El nivel máximo de llenado de la esfera será de correspondiente al 85% de su capacidad. Se establece como el nivel máximo de llenado el 85% de la capacidad total del recipiente de almacenamiento.

Asimismo, en el casquete inferior de la esfera se colocarán válvulas de corte primarias de la siguiente forma:

- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 6" marca Walworth. (Entrada y salida de gas líquido)
- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea equipo de licuefacción).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 6" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada y salida de gas líquido).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea de equipo de licuefacción).

En el casquete superior de la esfera se colocarán válvulas de corte primario de la siguiente forma:

- 1 válvula de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).
- 1 válvula de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).

Cabe destacar que a la salida de los tanques de almacenamiento se tendrán instaladas válvulas internas, las cuales controlarán la entrada y salida del gas al recipiente de almacenamiento y estarán operadas mediante un sistema neumático-eléctrico, en forma tal que se operarán a control remoto para cerrar en forma muy segura desde varios puntos de disparo localizadas. Las válvulas internas, cumplen con las operaciones siguientes: en caso de daños en las tuberías, la fuga hace que la válvula interna por exceso de gasto cierre impidiendo la salida de gas de los tanques de almacenamiento sin

la intervención de ninguna persona ya que ocurre en forma automática. Existe además la posibilidad de cerrar estas válvulas internas usando los accionadores remotos, lo cual además de cerrar el recipiente, interrumpe toda la operación, pudiéndose volver a operar una vez que se corrigió la anomalía.

B) MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios. A continuación se indican las medidas básicas que contempla el proyecto.

- Muro de contención de derrames.

Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames/muro de protección para el recipiente esférico, que consiste en un murete de concreto de 0.60 metros de altura. Para mayor detalle consultar plano [PCH-DG-CIV-010](#), cuya misión fundamental es la de retener un derrame accidental del contenido del recipiente existente en su interior, para evitar la propagación de incendios por la sustancia derramada.

No obstante, de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo.

- Refrigeración del recipiente con agua.

Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima. El agua contra incendios deberá rociar todo el depósito pero en especial su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

En este sentido, el tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410.

El tanque se encontrará protegido mediante sistema de diluvio o sistema de aspersión de agua, cuatro monitores y un hidrante.

Sistema de diluvio

Para el diseño del sistema de diluvio se ha considerado:

$$\begin{aligned} Q &= (S \times 10) + (4 \times 1900) = (1,686.56 \times 10) + (7,600) &&= 24,465 \text{ LPM} \\ &&&= 24.465 \text{ m}^3/\text{min} \\ &&&= 0.407 \text{ m}^3/\text{seg} \end{aligned}$$

Este es el flujo máximo con el sistema de aspersión funcionando al 100% de su capacidad y con los cuatro monitores funcionando, sin embargo, la NOM-015-SECRE-2013, nos permite que el agua sea aplicada en la parte superior del recipiente y que el agua escurra, por lo que para fines de cálculo solo se tomara en cuenta el flujo para el funcionamiento del cono superior más el funcionamiento para los anillos 1 y 2.

El modelo del rociador del cono superior será de la marca Spraying Systems Co. Modelo S2 ½" H-70W, con un gasto de 850 LPM.

En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

Por lo que para el cálculo del gasto se considerará solo el consumo para la parte más desfavorable del sistema que es:

$$Q = (19 + 38) \times 125$$

$$Q = 7125 \text{ LPM}; 7.125 \text{ m}^3/\text{min}; 0.1187 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Se contará con un cuarto de control de válvulas el cual estará a más de 15 m de distancia de la tangente del tanque de almacenamiento. En el cuarto de control de las válvulas de control automático de los sistemas de aspersión se contará con lo siguiente:

- a) Sistema de detección mediante la instalación de un tipo o una combinación de los siguientes detectores: humo, mezclas explosivas o fuego.
- b) Sistema de alarmas con dispositivos visibles y audibles, manuales o automáticos como semáforos con luces que indiquen el área y evento detectado, cornetas, sirenas o parlantes.
- c) Sistema de activación automático mediante un medio neumático, hidráulico, eléctrico o una combinación de estos, los cuales deben permitir su activación remota y manual local.

- *Aislamiento térmico de recipientes.*

Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se podrá limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Un recipiente con protección térmica expuesto a un incendio puede resistir a una BLEVE entre unos 10 minutos para fuegos directos y cercanos a una hora para fuegos no tan próximos.

Según el proyecto mecánico (PCH-DG-MCE-001H1) se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados.

C) PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Cuando un recipiente a presión previamente utilizado vaya a reubicarse o a usarse para el almacenamiento de GLP, es necesario que cuente con el dictamen que acredite el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para Contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, o con aquella que la sustituya, y debe ser evaluado, previo a su instalación, de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., o con aquella que la sustituya.

En el caso específico del recipiente de almacenamiento a utilizarse, no es de reuso, ya que este se armará por primera vez, sin embargo, se realizarán pruebas de espesores de sus placas antes de colocarlas. Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realizará la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Las tuberías que forman parte del sistema de trasiego estarán protegidas de los daños por efecto de la corrosión, mediante un primario orgánico a base de zinc, además de pintura de enlace primario; con la finalidad de aislar las tuberías que integran el sistema de trasiego y así minimizar los efectos de la corrosión sobre estas.

La protección catódica en la sección submarina de la línea de descarga considera una resistividad (resistencia específica) de 22 ohmios (cm para el promedio de temperaturas y salinidad del agua de mar en la Bahía de Pichilingue. En cada sección (cuatro en total) entre bridas de la tubería de 6" de diámetro se tienen soldadas 6 placas de ánodos de zinc de alto amperaje de 10 kilos y 2 placas de ánodos de alto amperaje de 5 kilos.

Esta aplicación tiene una duración de 5 años, por lo que deberá verificarse pasado este tiempo.

Asimismo, deberá verificar su adecuado funcionamiento por medio de las mediciones de potenciales metal/suelo cada año o en un periodo que no exceda 15 meses, empleando una celda o electrodo de referencia, y conservar el registro de dichas mediciones.

Finalmente, el acatar los procedimientos de operación y la supervisión durante las operaciones de trasiego es de vital importancia para prevenir el desarrollo de eventos indeseados.

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

El proyecto que promueve la empresa “**DIEGAS, S.A. de C.V.**” consiste en el diseño y construcción de un “**Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro**”, el cual se pretende instalar en la Bahía de La Paz, en las costas del Golfo de California/Mar de Cortés, a 17 kilómetros aproximadamente de la ciudad de La Paz, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, en Baja California Sur.

El Recinto Portuario de Pichilingue donde se ubica el proyecto constituye una infraestructura bien resguardada por la ex Isla de San Juan Nepomuceno, se ubica a 17 km de la ciudad de La Paz y se enlaza con la carretera Transpeninsular No. 1 que comunica hacia el Sur con el municipio de Los Cabos y hacia el Norte con los municipios de Comondú, Loreto y Mulegé, actualmente en la zona se cuenta con acceso de camino consolidado y restringido para tránsito seguro de los vehículos que ingresan al Recinto

En la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación, el oleaje en esta zona es baja y no tiene variabilidad estacional. Respecto a la batimetría, la Bahía de Pichilingue, presenta profundidades muy variables, es un cuerpo de agua somero y de pendiente suave, con una profundidad que oscila entre 0 y 50 m.

En cuanto a la proximidad con asentamientos humanos cabe destacar que el predio del proyecto se encuentra totalmente alejado de la mancha urbana, una vez que el recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue se ubica a 17 kilómetros de la ciudad de la Paz, lugar donde se concentra la mayor afluencia poblacional. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las localidades más cercanas a la zona de interés se encuentran a más de 1.5 km del área del proyecto con un número de habitantes no mayor a 6 personas.

La zona del proyecto cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación; además que en las colindancias no se realizan actividades pongan en riesgo la integridad de la planta y sus trabajadores. Asimismo, las actividades o uso del suelo en las colindancias son compatibles con las actividades que pretende desarrollar el promovente, al estar inmerso en un sitio estratégico al Sur del recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue, donde el uso de suelo es considerado como portuario, comercial e industrial contando con el dictamen técnico favorable al uso de suelo emitido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur mediante oficio No. OS-0446/2001 (*Anexo B*).

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur, señala que el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA11, cuya política ambiental aplicable es de Aprovechamiento, en la cual se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente. Se considera compatible la ejecución del proyecto por su ubicación en una zona clasificada con Uso de Suelo Portuario, Comercial e Industrial, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue de acuerdo con el Dictamen Técnico Favorable al Uso

de Suelo expedido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur.

En relación al requerimiento que exige la NOM-015-SECRE-2013 en su apartado 2.3 referente al requerimiento de distancias mínimas se tiene que:

- En los predios adyacentes al área del proyecto no se ubican asentamientos humanos, edificios públicos, educativos, guarderías/estancias ni hospitales. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las localidades más cercanas a la zona de interés son: Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro, ubicadas a 1.468, 1.985 y 1.772 km aproximadamente. Cabe destacar que la población total en cada una de estas localidades no rebasa las 6 personas.
- Por el lindero Oeste del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica una planta de distribución de gas l.p., la cual cuenta con 12 recipientes horizontales presurizados especiales para contener gas l.p., la distancia horizontal que existe entre la tangente vertical del recipiente de dicha planta a la tangente del recipiente esférico es mayor a 20 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad de 38°C o menos) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad mayor a 38°C) se encuentra a más de 40 m.
- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y la construcción destinada para el cuarto de control (SCD) es mayor a 15 m.
- La única construcción destinada para ocupación humana dentro del Sistema de Almacenamiento no relacionada con el control de la instalación será la caseta de vigilancia, la cual se ubica a más de 30 de la tangente vertical del recipiente esférico.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque de proceso) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir quemadores u otro equipo que contenga flamas expuestas) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir equipos de combustión, incluyendo hornos de proceso y calderas utilitarias) se encuentra a más de 40 m.

- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y el área de bombas de succión es mayor a 5 m.
- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y los compresores del sistema de re licuado es mayor a 15 m.
- No existen líneas de alta tensión que crucen el predio ni cercanas a este. En tanto que la subestación eléctrica de la planta estará a más de 15 m de distancia de la tangente vertical de la esfera.
- La instalación no contempla instalaciones de carga y descarga de auto- tanques, semirremolques y carro-tanques. En tanto que el área de carga de semirremolques y auto tanques de la planta de distribución de gas l.p. contigua a la zona del proyecto se encuentra a más de 15 m de la tangente vertical del recipiente esférico.
- El fondeadero de amarre se ubica a más de 250 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
- Para el sistema contra incendio se contará con una bomba con motor de combustión interna, la cual estará ubicada dentro del cuarto de máquinas del SCI, el cual se encuentra a más de 15 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
- Dentro del predio que ocupará no existirá ningún área de contención de derrames relacionada con algún tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.
- El recipiente esférico estará ubicado en un área abierta protegido por un murete de concreto de 0.60 metros de altura.
- Las bombas de succión de gas l.p. se encuentran ubicadas fuera del área de protección del recipiente esférico.

En este sentido, se determina que el proyecto es compatible con la infraestructura existente en el área del proyecto, además, de destacar que las actividades del proyecto no contemplan procesos de transformación de materiales o reacciones químicas, además de tener contempladas medidas de prevención y mitigación para los posibles eventos indeseados que pudieran presentarse.

II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Para la delimitación del área de estudio se tomó la superficie establecida como zona de alto riesgo resultante del escenario catastrófico (de menor probabilidad, pero de mayor daño), definido por la BLEVE del recipiente esférico con capacidad total de 6,360 m³ al 100 %, sin embargo, debido a que la BLEVE es más factible de suscitarse cuando un recipiente está más vacío que lleno, para el cálculo correspondiente se utilizó una capacidad equivalente al 25%, es decir, 1,590 m³

A partir de este contexto, y para describir los factores ambientales donde incide el proyecto y que pueden verse involucrados por las actividades de la empresa Diegas, S.A. de C.V., se definieron los siguientes criterios:

📌 **Sistema Ambiental:** será aquella área que por las actividades del proyecto pueda verse afectada, y corresponde al radio de afectación de la **zona de alto riesgo** de **1,769.37 m**, obtenido del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo correspondiente (Figura II.3.1.).

📌 **Área del proyecto y/o Área de influencia:** corresponde a una superficie de **45,809.5925 m²**, que comprende una zona marina de **30,118.37 m²** y un área terrestre de **15,691 m²** (Figura II.3.2.).

Para determinar las características del área del proyecto y del Sistema Ambiental ya delimitado, se realizó el análisis a partir de la ubicación geográfica, así como la valoración de las tendencias de la situación socio-ambiental, se consultó la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de sus herramientas estadísticas y cartográficas con las que cuenta en su página web (Espacio y Datos de México, Inventario Nacional de Viviendas 2016, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, Mapa Digital de México, Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA-SEMARNAT); así mismo se utilizó la información que brinda CENAPRED, CONAGUA etc.

A continuación se presentan las áreas delimitadas:

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.1. Delimitación del Sistema Ambiental correspondiente a la zona de alto riesgo arrojada por la BLEVE del recipiente esférico.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.2. Área del proyecto o área de influencia directa: superficie total de $45,809.5925 \text{ m}^2$, comprende la superficie terrestre de $15,691.2225 \text{ m}^2$ y una zona marina de $30,118.37 \text{ m}^2$.

El Sistema Ambiental se ubica en una *zona marina* que comprende la Bahía de Pichilingue que a su vez forma parte de la Bahía de La Paz, y una *zona terrestre* compuesta por la ex isla de San Juan Nepomuceno, de relevancia se localiza la poligonal del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, B. C. S., donde se realizan actividades de tipo portuario, industrial, comercial y turístico compatibles con las actividades que pretende la empresa DIESGAS, S.A. de C.V. de acuerdo con la autorización de uso de suelo y el dictamen técnico favorable al uso de suelo portuario, comercial e industrial.

De los planes de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano que se encuentran decretados en la zona, está el *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio* (publicado en el DOF el 7 de septiembre de 2012), que ubica a la superficie terrestre del SA así como el área del proyecto dentro de la Región Ecológica 2.32, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica UAB 4 denominada “Llanos de La Magdalena” (Baja California Sur) presenta una Política Ambiental de Preservación y Protección, con rector de desarrollo señalado para Preservación de Flora y Fauna. Además, el SA incide en el *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California* (decretado en el DOF el 29 de noviembre de 2006) específicamente en la Unidad de Gestión Costera 1 llamada Los Cabos–La Paz donde los sectores de mayor aptitud son el turismo y la conservación. De carácter regional se encuentra vigente el *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, B.C.S.*, (publicado el 11 de febrero de 2011 en el Periódico Oficial del estado de B.C.S.) que ubica a la superficie terrestre del SA así como al área del proyecto en la UGA 11, la cual presenta política ambiental de *Aprovechamiento*, donde se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente, se considera compatible con el desarrollo del proyecto.

El área proyecto (45,809.5925 m²) se ubica dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, municipio de La Paz, Baja California Sur, ocupando una superficie terrestre (15,691.2225 m²) y una superficie marina (30,118.37 m²), pese a que se encuentra en una zona donde predominan actividades con uso de suelo portuario, comercial e industrial, la zona presenta características ecológicas relevantes ya que está inmersa en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: *AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur*, además se ubica dentro del *Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz*, en el *área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo*, asimismo el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra), estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, reglas administrativas, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, son áreas consideradas como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente. Pueden ser vulnerables al impacto humano, por lo que durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros, para el proyecto específicamente serán enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo

modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas, para evitar o reducir los impactos ambientales que puedan ocurrir por el desarrollo del proyecto.

Para el caso de la flora representativa en el Sistema Ambiental es de tipo de vegetación de matorral sarcocaula en el área terrestre y vegetación acuática en el área marítima. En el área del proyecto se identificó que la vegetación terrestre se encuentra reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativas de zonas costeras principalmente especies de flora arbustivas tales como *Bursera microphylla* y *Bursera hindsiana*, así como por algunas herbáceas como: *Sida sp.* y *Asclepias sp.*, no encontrándose especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 -SEMARNAT-2010. Asimismo, no se identificaron especies de fauna listados en algún régimen de protección que establece la citada norma.

Sin embargo, en el área del Sistema Ambiental se registraron especies de flora y fauna por ejemplo; *Larus livens* gaviota pata amarilla sujeta a Protección especial (Pr) no endémica, *Mammillaria albicans* biznaga con categoría de Protección especial (Pr) es endémica de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se considera que por las actividades de la empresa en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), incluso las actividades que se prolongan por hasta 30 años en caso de ser autorizado el proyecto, se resumen al trasiego de gas l.p., por lo que no se realizará la afectación de especies flora y fauna, debido a que no se llevará a cabo el aprovechamiento de recursos naturales, además no realizará ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química.

En relación con el paisaje no se ve afectación relevante principalmente porque la zona presenta características de zona costera con presencia de arbustos, y considerando que se encuentra dentro de la Bahía de La Paz y cuenta con gran biodiversidad terrestre y marítima, sin embargo, el paisaje del sitio de estudio se ha visto modificado como consecuencia de la expansión de la instalación de infraestructura con fines de transporte y comerciales del Puerto de Pichilingue. En relación con el componente social, el establecimiento de la empresa brindará la infraestructura necesaria para cumplir con el abastecimiento de gas l.p.

La descripción del Sistema Ambiental se realizó a través de visitas de campo al área del proyecto, y mediante la consulta de Sistemas de Información Geográfica como: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA), puesto a disposición por parte de SEMARNAT, Espacio y Datos de México, Mapa Digital y Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) de la página de INEGI, Atlas Nacional de Riesgo CENAPRED, con la finalidad de complementar la información obtenida en campo para caracterizar y evaluar la situación ambiental y social.

Con base en la información aportada por la información del diagnóstico ambiental en el capítulo IV de la MIA a continuación se **identifican y describen los componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados** por los eventos de riesgo identificados, considerando las zonas de alto riesgo y amortiguamiento de cada uno de los eventos evaluados en el punto II.1

RECURSOS HIDROLÓGICOS.

El Sistema Ambiental se ubica en la Región Hidrológica RH6 denominada Baja California Sureste (La Paz), en la cuenca La Paz-Cabo San Lucas (A), en la Subcuenca La Paz ver (Tabla II.3.1.). La RH6 se ubica en la porción Sur del Estado de B.C.S., comprende 11 500.31 km², de la vertiente del Golfo y va desde el parteaguas oriental de la cuenca de Mulegá hasta la cuenca sur del estado, donde se ubica la población de Cabo San Lucas.

Tabla II.3.1. Rasgos hidrológicos del Sistema Ambiental.

Región Hidrológica		Cuenca	Subcuenca	Tipo
RH6	Baja California Sureste (La Paz)	La Paz-Cabo San Lucas	La Paz	Exorreica

Fuente: SIATL. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. INEGI.

La cuenca “La Paz-Cabo San Lucas” colinda al Este de la cuenca hidrológica “Baja California Suroeste” y abarca desde el Este de la Punta El Mogote hasta Cabo San Lucas, al Poniente su límite corre sobre las cumbres de las sierras, La Laguna, San Lorenzo y La Victoria ver (Figura II.3.3.).

Su relieve está constituido de sierras altas y bajas, mesetas complejas con cañadas, lomeríos tendidos con bajadas, lomeríos escarpados con cañadas, bajadas con lomeríos, llanura aluvial, valle abierto y ramificado.

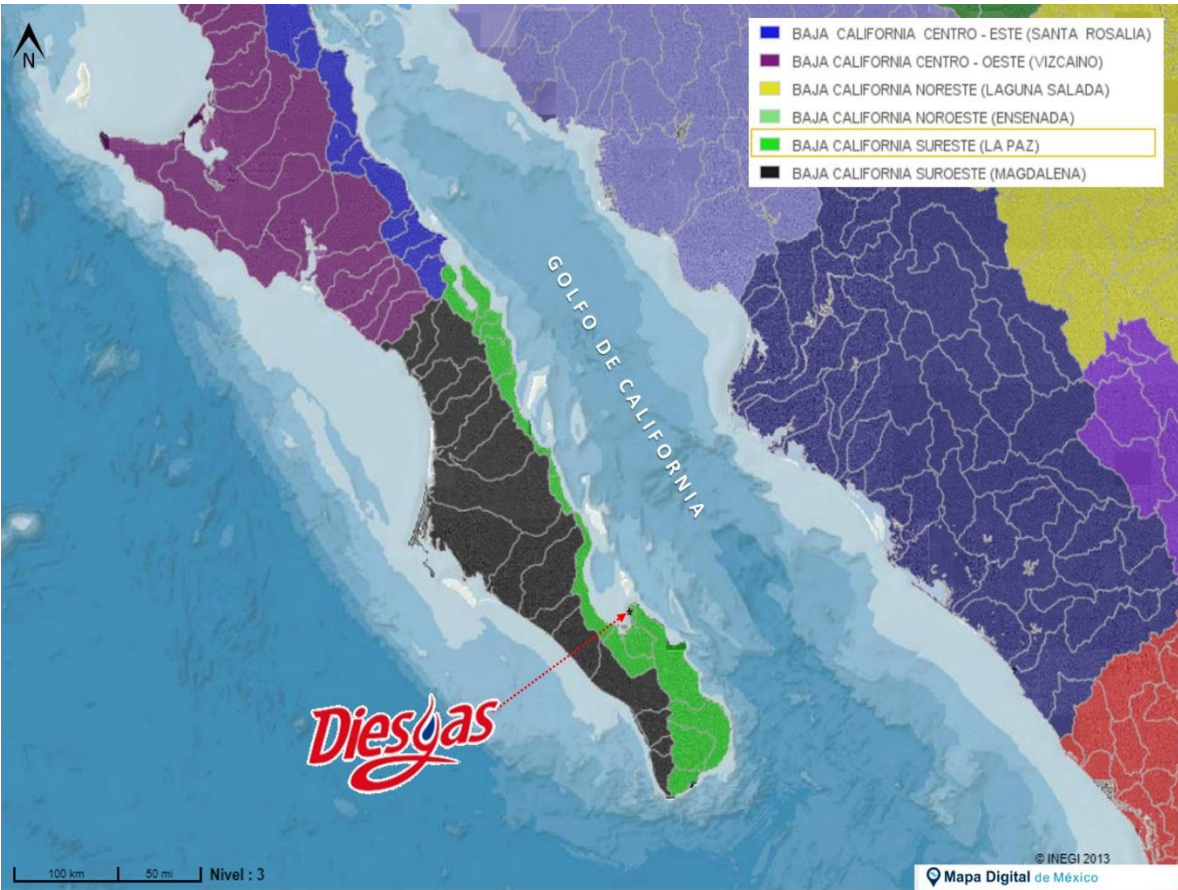


Figura II.3.3. Ubicación del Sistema Ambiental en la Cuenca Baja California Sureste (La Paz).
Fuente: Mapa Digital INEGI. Cuencas Hidrológicas, INEGI.

Dentro de la cuenca se hallan dos unidades de riego: La Paz y Los Cabos. En la primera la superficie regable es de 2 874 hectáreas; se abastece por medio de 57 pozos profundos, 48 a cielo abierto, una presa derivadora y 3 manantiales, que en total registran un gasto de 2,247 litros por segundo. El coeficiente de escurrimiento es de 0 a 5% en las zonas bajas y de 5 a 10% en las partes altas.

- *Hidrología superficial y subterránea*

El estado de Baja California Sur es una de las entidades más áridas del país y en consecuencia, la necesidad del recurso agua es mayor. La existencia de corrientes superficiales permanentes es casi nula, debido principalmente a la escasez de lluvias y a la buena permeabilidad del terreno; sólo en algunas ocasiones se forman escurrimientos provocados en las temporadas de ciclones.

En todo el estado de Baja California Sur, no existen ríos, contando con algunos arroyos, los cuales solo fluye caudal al suscitarse precipitaciones de importancia. De manera particular en el área del proyecto, así como las áreas colindantes dentro de la península de Juan Nepomuceno no se presentan ningún tipo de corrientes superficiales o subterráneas, lo cual es esperado debido a los bajos volúmenes de precipitación anualmente.

Dentro del Sistema Ambiental se ubican arroyos de corrientes intermitentes y existe baja disponibilidad de agua subterránea. En la siguiente *figura* se presenta su localización y distancia con respecto al área del proyecto ver (Figura II.3.4.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.4. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental.

Fuente: Mapa Digital de México INEGI. Corrientes y cuerpos de agua

El Sistema Ambiental se ubica dentro del Acuífero denominado El Coyote, cuyo uso principal es el suministro de agua potable y doméstico, destacando que el acuífero se encuentra en equilibrio con una recarga de 2 mm³/año y una extracción es de 1.3 mm³/año.

Considerando que el Sistema Ambiental comprende una superficie terrestre y una superficie marina a continuación se indica la descripción de la zona marina.

- Zona marina.

El Sistema Ambiental se localizan en el cuerpo de agua perenne Bahía de Pichilingue, al mismo tiempo inmerso en la Bahía de La Paz, en el Golfo de California/Mar de Cortés, este mar es conocido por su excepcional biodiversidad y elevada productividad primaria, resultantes de la combinación de su topografía, latitud meridional y sistemas de urgencia. La Bahía de La Paz se encuentra en comunicación con el Golfo de California, a través de dos bocas, una conocida como canal de San Lorenzo, localizada entre la península de Pichilingue y la parte sur de La Isla Espíritu Santo y la otra conocida como Boca Grande, localizada entre la parte norte de la Isla espíritu Santo y punta Cabeza Mechuda.

De manera particular el *área del proyecto* se ubica al sur de polígono del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, este sitio es considerado como un puerto de altura y cabotaje, debido a la capacidad para el atraque de buques de gran calado, recibe la mayor parte de carga para el estado de Baja California Sur y se integra por 2 áreas: la zona de transbordadores y la zona comercial, es administrado por la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. (API-BCS). Además el Recinto Portuario constituye una infraestructura bien resguardada por la ex Isla de San Juan Nepomuceno, con escasa precipitación pluvial y mediana variación de mareas, lo que lo hace una de las regiones más seguras del Golfo de California requiriendo mínimas acciones de dragado en el canal de navegación y en las dársenas. A continuación se presenta (Tabla II.3.2.) los niveles de marea en la Bahía de Pichilingue.

La Bahía de Pichilingue está bien protegida y es una de las mejores bahías de esta costa con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado. Para entrar a la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación y la profundidad es de 5 m en ambos lados, aumentando en la parte media hasta 8.4 y 9.8 m, en la (Figura II.3.5.) se observa la Batimetría de la Bahía de La Paz.

Tabla II.3.2. Niveles de marea en la Bahía de Pichilingue.

NIVELES DE MAREA	TEMPORADA
Alta (4 a 7m)	Febrero y abril
Baja (< 4m)	Julio y septiembre
Aguas tranquilas	Verano
Régimen de marea	Semidiurno a diurno

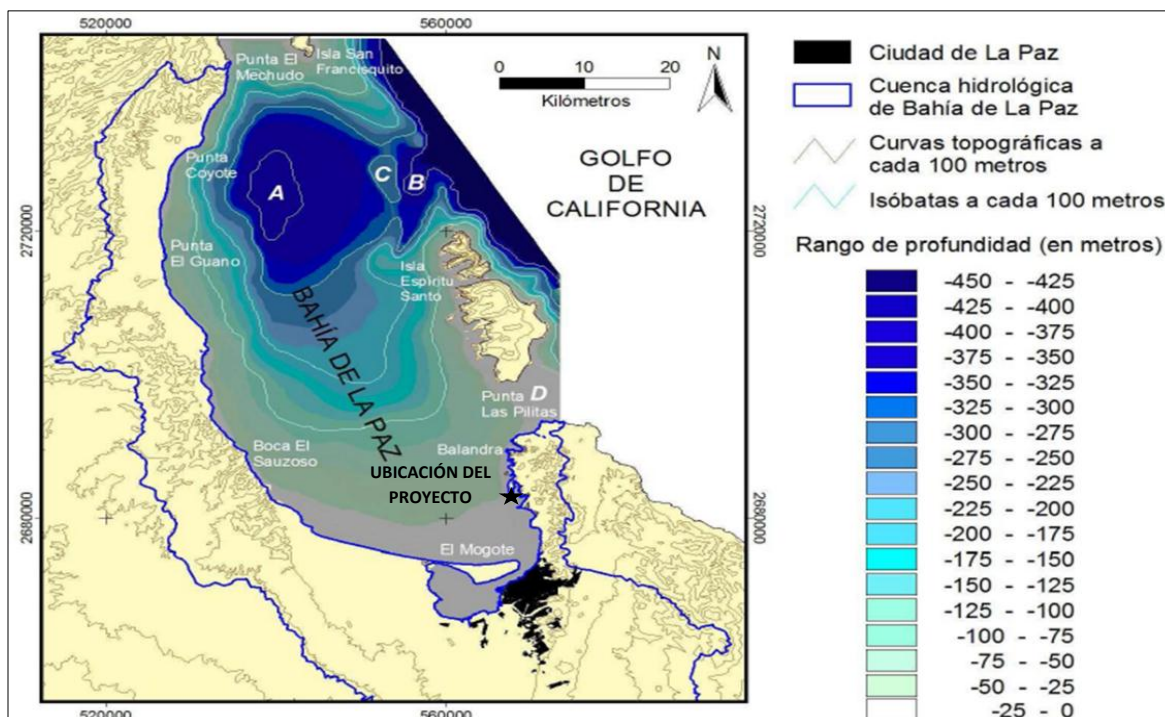


Figura II.3.5. Batimetría de la Bahía de La Paz.

Fuente: Nava Sánchez, E.H., Gorsline, D.S., Molina-Cruz, A., 2001. The Baja California península borderland: Structural and sedimentological characteristics. *Sedimentary Geology* 144, 63-82.

La Bahía de La Paz presenta una temperatura prácticamente horizontal y vertical y varían desde 20 °C en la superficie hasta 10 °C en el fondo; la salinidad se comporta de manera muy similar a la temperatura, pero sólo muestra una diferencia de 1 unidad práctica de salinidad (ups).

Es importante indicar que el Sistema Ambiental se encuentra dentro del Sitio Ramsar HUMEDALES MOGOTE-ENSENADA DE LA PAZ, es el manglar más grande de la ensenada y alberga aves de muchas especies, el 37 % son migratorias y algunas bajo alguna protección especial. Cuenta con una comunidad de mangle bajo alguna categoría de protección y es utilizado por diversas especies para alimentación, refugio y descanso. Conformado de un área de 9,184.07 has. y está constituido con sistemas representativos de agua como riberas cubiertas por bosques de manglar, canales de marea o planicies intermareales y desembocaduras de arroyos de temporal y zonas de transición entre mar y tierra. La zona litoral de la ensenada, es usada como balneario, y uso recreativo de las playas, además se practica el velleo, buceo y la pesca ribereña.

Dentro del sitio Ramsar, se reconoce la existencia de 14 subsistemas de manglar que son de interés para la conservación de especies de aves acuáticas, tanto residentes como migratorias por lo que el programa de manejo reconoce que es necesario abordar de manera particular y ofrecer medidas pertinentes para su protección, restauración y manejo, las zonas más cercanas al área del proyecto son: *SALINAS DE PICHILINGUE (NEPOMUCENO)* se localiza a 200 metros de distancia con respecto al predio de la

empresa en dirección Sur, la región *UNIDAD PICHILINGUE UABCS* se ubica a 1 km de distancia hacia el Noreste del predio de la empresa, *ESTERO BAHÍA FALSA* a más de 1,800 metros en dirección Este aproximadamente, el *ESTERO EL GATO (EL TESORO)* a 2,100 metros hacia el Sureste, y *PLAYA PICHILINGUE-BRUJAS* a un poco más de 2,600 m al Noreste, como se presenta en la siguiente (Figura II.3.6.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Además, el área marina forma parte del Complejo Insular de Baja California Sur clasificada como Región Marina Prioritaria por la regionalización de la CONABIO, ocupa una extensión de 11, 519 km².

VEGETACIÓN Y USO DE SUELO.

México se considera como un país megadiverso tanto en especies de flora como de fauna, esta característica se atribuye a la variedad de geoformas y de climas, que han dado como resultado una diversidad de ambientes. Entre los ecosistemas de gran interés, encontramos a los ambientes desérticos propios de la península de Baja California, en los que destaca la presencia de humedales de todo tipo (montañosos u oasis, efímeros, hipersalinos, playas de anidación, arrecifes coralinos, manglares estuarios etc.).

En la mayor parte de la superficie estatal de Baja California Sur se desarrollan matorrales xerófilos, como los denominados sarcocaul, sarcocrasicaule, desértico micrófilo, crasicaule y mezquite; entre ellos el más abundante es el primero. Estos matorrales presentan frecuentemente baja cobertura y están constituidos de una amplia variedad de formas de vida adaptadas a la aridez, desde grandes cactáceas columnares, arbustos y

herbáceas perennes, hasta pequeñas efímeras estacionales. Otros tipos de vegetación también desérticos, pero más ligados a características edáficas son la vegetación halófila y la vegetación de desiertos arenosos, localizados en el Desierto de San Sebastián Vizcaíno.

Considerando que el área del proyecto y el Sistema Ambiental (SA) están inmersos en el municipio de La Paz, se tiene que en el municipio la vegetación se constituye por el 50% de matorral sarcocaulé, el 15% de selva baja caducifolia, el 15% con matorral sarcocrasicaule, y el resto por otros tipos de vegetación, sin embargo en la actualidad la gran mayoría del territorio se ha visto modificado por la instalación de infraestructura turística, comercial e industrial ver (Figura II.3.7.).

En la siguiente (Tabla II.3.3.) se presenta como se distribuye el tipo de vegetación y uso de suelo en el municipio:

Tabla II.3.3. Superficie y porcentaje del territorio municipal por tipo de suelo y vegetación.

Tipo de vegetación y uso de suelo	Hectáreas	Porcentaje
Agrícola-pecuaria-forestal	33454.93	2.22
Asentamientos humanos	4946.85	0.33
Bosque de encino	29711.77	1.98
Cuerpo de agua	967.10	0.06
Manglar	769.73	0.05
Matorral desértico micrófilo	61397.17	4.08
Matorral sarcocaulé	751669.84	49.98
Matorral sarco-crasicaule	219795.61	14.61
Bosque de mezquite	452.18	0.03
Bosque de encino-pino	7432.23	0.49
Matorral sarco-crasicaule de neblina	127802.43	8.5
Mezquital desértico	16701.25	1.11
Pastizal inducido	2214.56	0.15
Palmar inducido	31.81	0.02
Selva baja caducifolia	219851.45	14.62
Sin vegetación aparente	2759.84	0.18
Vegetación de dunas costeras	3051.56	0.2
Vegetación de galería	4856.21	0.32
Vegetación halófila xerófila	11251.73	0.75
Zona urbana	4826.93	0.32
Total de superficie	1503945.17	100

Fuente: Atlas de Peligros y Riesgos Naturales del Municipio de La Paz, BCS 2012.

La delimitación del Sistema Ambiental, comprende un área terrestre y otra marina, en el superficie terrestre se encuentra la isla de San Juan Nepomuceno, donde se desarrollan matorrales xerófilos de los llamados sarcocaulé, que presentan baja cobertura y están constituidos por gran variedad de formas adaptadas a la aridez, arbustos y herbáceas perenne). Además, el SA forma parte de la poligonal del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, que presenta áreas de uso variado, incluyendo recreativo, campismo, pesca recreativa, turismo náutico, comercial, industrial y zonas de conservación (*ver anexo fotográfico*).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

De acuerdo a la información proporcionada por INEGI el tipo de vegetación en el Sistema Ambiental es *Matorral Xerófilo*. Conjuntamente, al realizar la georreferenciación del área de estudio en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) arroja la siguiente información ver (Tabla II.3.4.).

Tabla II.3.4. Información sobre uso de suelo y vegetación (Ser. IV INEGI 2010).

Áreas delimitadas	Grupo de vegetación	Tipo de Vegetación	Desarrollo de la Vegetación	Fase de la Vegetación Secundaria	Tipo de Veg. / Veg. Sec.
Área del proyecto ó área de influencia (45,809.5925 m ²)	Matorral xerófilo	Matorral sarcocaul e	Primario	Ninguno	Matorral sarcocaul e
Zona de alto riesgo BLEVE tanque esférico Sistema Ambiental	Matorral xerófilo	Matorral sarcocaul e	Primario	Ninguno	Matorral sarcocaul e

Fuente: Sistemas de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. SIGEIA.

FLORA DEL ÁREA DEL PROYECTO.

El área del proyecto es representada por una superficie de **45,809.5925 m²**, conformada por una **zona marina de 30,118.37 m²** y un **área terrestre de 15,691 m²**. La determinación florística se realizó mediante el muestreo de la superficie terrestre, cabe mencionar que en esta área será donde se realizará la cimentación del tanque esférico y de todas las áreas que conforman el proyecto. La zona marina no será intervenida principalmente por que la empresa **DIEGAS, S.A. de C.V.**, dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas de sujeción), la infraestructura marina está en su totalidad instalada y consiste; en el extremo profundo (9 m) se tienen instalados cuatro tubos de fierro, cédula 80 para uso marino y rellenos de concreto, paralela a la línea y para protección de esta contra posibles impactos por embarcaciones marítimas se tiene instalada una línea de tubería de acero a cada lado sobre el lecho marino.

El muestreo en el área terrestre se llevó a cabo mediante la aplicación de la metodología denominada transecto con cuadrantes centrados en puntos, tal y como se muestra en la siguiente (Figura II.3.8.).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

La caracterización florística se evaluó a través de los estratos vegetativos presentes en el sitio, para lo cual se realizaron tres transectos con una longitud de 100 m y ancho de 2 m (1 m de cada lado), obteniendo una superficie de muestreo de 200 m², el transecto fue geoposicionado cada 10 m.

Debido a la baja densidad vegetativa observada en el sitio el registro se realizó mediante una observación directa de todas las especies presentes en cada transecto, obteniendo los siguientes datos; punto, coordenada, foto, altura, diámetro a la altura del pecho y cobertura, se puede observar que la vegetación terrestre se encuentra reducida a

pequeños arbustos y herbáceas, representativas de zonas costeras (*ver anexo fotográfico*).

Para la realización del análisis estadístico primeramente se realizó la determinación taxonómica de cada especie registrada en cada transecto, obteniendo un total de 20 individuos correspondientes a 9 especies diferentes pertenecientes a 8 familias, siendo la más representada la familia Burseraceae con 2 especies, mientras que todas las demás familias sólo presentan 1 registro. Finalmente, ninguna de las especies observadas se encuentra bajo algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se determinó la estructura y composición florística del área de muestro a través de variables de abundancia y diversidad obteniendo los siguientes datos: La especie más frecuente y abundante dentro del área de muestreo es la *Asclepias sp. (Candelilla)*, seguida de *las dos especies del género Bursera*. Finalmente se reporta una H' igual a 2.84 donde $H'=0$ implica diversidad nula y $H'=5$ máxima diversidad, por lo cual en el área de estudio la diversidad es media.

Además, para cada espécimen muestreado se midieron las variables de: altura, área basal y cobertura. En la (Tabla II.3.5.) se presenta la información obtenida:

Tabla II.3.5. Valores medios de variables de evaluación florística.

Transecto	Altura (m)	Área basal (m ²)	Cobertura (m)
1	1.12	56.27	1.77
2	0.82	93.16	0.98
3	0.53	5.9	0.60

El área de muestreo presenta una altura promedio de 0.82 m, un área basal de 51.77 m², con una cobertura promedio de 1.11 m, encontrándose que los arbustos con mayor altura y cobertura se encuentran en el *transecto 1* y se debe a la presencia de arbustos de las especies del género *Bursera*. En la siguiente (Tabla II.3.6.) se presenta la información obtenida para los tres transectos de muestreo:

Tabla II.3.6. Especies registradas en el área de muestreo.

Familia	Nombre Común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	UICN*	Nº de Ind.	Abundancia Relativa	Frecuencia	Índice Shannon (H')
Acocynaceae	Candelilla	<i>Asclepias sp.</i>	No presente	No endémica	SC	5	25	0,33	-0,500
Burseraceae	Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	No presente	No endémica	SC	4	20	0,33	-0,464
	Torote	<i>Bursera microphylla</i>	No presente	No endémica	SC	4	20	0,67	-0,464
Fouquieriaceae	Palo de adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	No presente	No Endémica	SC	2	10	0,33	-0,332
Simaroubaceae	Amargoso	<i>Castela peninsularis</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216
Cactaceae	Pitayo dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	No presente	No endémica	LC	1	5	0,33	-0,216
Malvaceae	Escoba	<i>Sida sp.</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216
Asteraceae	Sin nombre	<i>Pseudognaphalium sp</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216
Solanaceae		<i>Lycium brevipes</i>	No presente	No endémica	SC	1	5	0,33	-0,216

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor); SC: Sin Categoría.

En la (Figura II.3.9.) se muestran las especies de flora registrada en el área de muestreo.



Figura II.3.9. Especies de flora registradas en el área de muestreo; 1) *Stenocereus thurberi*, 2) *Fouquieria diguetii* y *Bursera microphylla*.

FLORÍSTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La flora representativa del *Sistema Ambiental* es de tipo de vegetación de matorral sarcocaula en el área terrestre y vegetación acuática en el área marina (*ver anexo fotográfico*). Para conocer la composición florística del sitio terrestre se realizó una visita, donde a través de observación directa se tomaron los registros de las diferentes especies encontradas, las cuales fueron determinadas taxonómicamente y ratificadas con bibliografía del sitio de estudio. A continuación, se presenta las especies vegetales registradas en la superficie terrestre del Sistema Ambiental del proyecto ver (Tabla II.3.7.).

Tabla II.3.7. Listado de especies vegetales registradas en la superficie terrestre del Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	UICN*
Acocynaceae	<i>Asclepias sp.</i>	Candelilla	No presente	No endémica	SC
Aizoaceae	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillos	No presente	No endémica	SC
Asteraceae	<i>Pseudognaphalium sp.</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	Copal	No presente	No endémica	SC
	<i>Bursera hindsiana</i>	Torote	No presente	No endémica	SC
Cactaceae	<i>Cylindropuntia cholla</i>	Choya pelona	No presente	Endémica	LC
	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	No presente	Endémica	LC
	<i>Stenocereus thurberi</i>	Pitayo dulce	No presente	No endémica	LC
	<i>Mammillaria albicans</i>	Biznaga	Protección Especial	Endémica	LC
	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal	No presente	No endémica	SC
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce sp.</i>	Hierba de la golondrina	No presente	No endémica	SC
Fouquieriaceae	<i>Chamaesyce</i>	Palo de adán	No presente	No endémica	SC
Krameriaceae	<i>Krameria pauciflora</i>	Abrojo rojo	No presente	No endémica	SC
Malvaceae	<i>Sida sp.</i>	Escoba	No presente	No endémica	SC

Nyctaginaceae	<i>Abronia maritima</i>	Alfrombrilla	No presente	No endémica	SC

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor); SC: Sin Categoría.

Continuación: Listado de especies vegetales registradas en la superficie terrestre del Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT-2010	Endemismo	UICN*
Onagraceae	<i>Oenothera drummondi</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Poaceae	<i>Jouvea pilosa</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Simaroubaceae	<i>Castela peninsularis</i>	Amargoso	No presente	No endémica	SC
Solanaceae	<i>Lycium brevipes</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC
Capparaceae	<i>Atamisquea emarginata</i>	Sin nombre	No presente	No endémica	SC

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor); SC: Sin Categoría

Además, para conocer la diversidad de especies vegetales presentes en la zona marina del Sistema Ambiental, se recabo información bibliográfica referente a la Bahía de la Paz, al ser el área marítima más cercana al área del proyecto y con la que se cuenta mayor información, además de consultar información de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur (API-BCS). De los datos recabados se muestra un listado de las familias susceptibles a encontrarse en el área del Sistema Ambiental ver (Tabla II.3.8.).

Tabla II.3.8. Especies registradas en el área marítima del Sistema Ambiental.

Familia	# de Especie	Familia	# de Especie
Ulvaceae	14	Galaxauraceae	6
Ulvellaceae	4	Helminthocladiaceae	6
Cladophoraceae	18	Gelidiaceae	5
Anadyomeniaceae	2	Ahnfelthiaceae	2
Siphonocladaceae	6	Hildenbrandiaceae	1
Bryopsidaceae	3	Corallinaceae	23
Codiaceae	6	Cryptonemicae	1
Caulerpacae	3	Dicranemaceae	1
Udoteaceae	2	Gigartinaceae	1
Dasycladaceae	3	Gratelupiaceae	4
Ectocarpaceae	8	Hypneaceae	3
Ralfiaceae	3	Halymeniaceae	3
Syctosiphonaceae	7	Nemastomataceae	2
Sphacelariaceae	5	Phylloporaceae	1
Dictyotaceae	10	Soleriaceae	1
Sporochinaceae	1	Wurdemanniaceae	1
Sargassaceae	8	Squamariaceae	2
Goniotrichaceae	1	Bonnemaisoniaceae	1
Erythropeltidaceae	3	Champiaceae	2
Banciaceae	4	Rhodophyllidaceae	1
Acrochaeticaceae	4	Rodymeniaceae	2
Ceramiaceae	17	Delesseriaceae	6
Dasyaceae	3	Rhodomelaceae	38

En Anexo de la MIA-P se presentan los listados de flora del área de muestreo y del Sistema Ambiental.

FAUNA.

- Área del proyecto

Para determinar las comunidades faunísticas presentes en el área del proyecto se realizaron observaciones directas no sistemáticas, a través de muestreos en los mismos transectos establecidos para la vegetación. Particularmente en el área total del proyecto se observaron las siguientes especies ver (Tabla II.3.9.).

Tabla II.3.9. Especies de fauna registrada en el área total del proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN*	Endemismo	Nº de Ind.
AVES						
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	No presente	LC	Introducido	8
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote común	No presente	LC	Nativo Norte América	4
Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullid or orejudo	No presente	LC	No endémica	1
REPTILES						
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija espinosa	No presente	LC	No endémica	1
INVERTEBRADOS						
Apidae	<i>Apis sp.</i>	Abeja	No presente	LC	No endémica	1
Vespidae	<i>Polistes sp.</i>	Avista	No presente	LC	No endémica	1

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación menor); SC: (Sin Categoría).

En el área del proyecto no se identificaron especies de fauna listados en algún régimen de protección que establece la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

- Área del Sistema Ambiental.

Con la finalidad de determinar las especies de fauna que se encuentran en el área terrestre del Sistema Ambiental se realizó un transecto de 500 m sobre el cual se realizaron observaciones directas donde cada 100 m se permaneció durante 10 minutos, registrando todos los individuos detectados, cabe mencionar que el recorrido se realizó bajo este sistema dado que algunos de los terrenos que se ubican dentro de la delimitación del sistema ambiental son de acceso restringido (propiedad de la SEMAR Armada de México y/o propiedad privada). A continuación, en la (Figura II.3.10) y (Tabla II.3.10.) se muestra la información obtenida en las observaciones de campo realizadas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Tabla II.3.10. Especies de fauna registrada en el transecto.

Familia	Nombre Común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN*	Endemismo	Nº de Ind.
AVES						
Ardeidae	Garza Morena	<i>Ardea herodias</i>	No presente	LC	No endémica	1
Accipitridae	Aguililla roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	No presente	LC	No endémica	1
Trochilidae	Colibri	<i>Calypte sp.</i>	No presente	LC	No endémica	1
Charadriidae	Chorlo pico grueso	<i>Charadrius wilsonia</i>	No presente	LC	No endémica	2
Fregatidae	Fragata magnífica	<i>Fragata magnificens</i>	No presente	LC	No endémica	12
Laridae	Gaviota pata amarilla	<i>Larus livens</i>	Protección especial	LC	No endémica	8
Passeridae	Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	No presente	LC	Introducido	5
Pelecanidae	Pelicano pardo	<i>Pelecanus occidentalis</i>	No presente	LC	No endémica	2
Podicipedidae	Zambullidor orejudo	<i>Podiceps nigricollis</i>	No presente	LC	No endémica	1
REPTILES						
Phrynosomatidae	Lagartija espinosa	<i>Sceloporus sp.</i>	No presente	LC	No endémica	2

*IUCN: International Union for Conservation of Nature; LC: Least Concern (Preocupación Menor).

Además, para conocer la fauna susceptible a encontrarse dentro del área del Sistema Ambiental de la superficie marina, se realizó una revisión bibliográfica de las especies registradas en el sitio, así como de la Bahía de la Paz por su cercanía al área del proyecto y donde se tienen más datos. De los datos recabados se muestra un listado de las familias de fauna susceptibles a encontrarse en el área del Sistema Ambiental (Tabla II.3.11.) (se anexa listado completo por especie en anexo correspondiente).

Tabla II.3.11. Especies registradas en la Bahía de la Paz, susceptibles a encontrarse en el Área marítima del Sistema Ambiental.

VERTEBRADOS	
GRUPO	# DE ESPECIES
Peces	133
Mamíferos	31
Aves Acuáticas	125
INVERTEBRADOS	
CLASE	# DE ESPECIES
Pepecypoda	23
Gastropoda	68
Scaphopoda	1
Polyplacophora	1

Se incluye en apartado correspondiente las listas de flora y fauna.

Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible la observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; *Larus livens* (gaviota pata amarilla), y *Mammillaria albicans* (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.

PAISAJE.

La inclusión del paisaje se sustenta en dos aspectos fundamentales; el concepto de paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto. Los aspectos más relevantes que se deben tomar en cuenta para la descripción del paisaje son:

- La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Para el Sistema Ambiental y a partir del área del proyecto este aspecto comprende una superficie terrestre con una topoforma de tipo sierra, la cual presenta una superficie principalmente plana con pendientes pronunciadas en su declive hacia el mar con un talud de hasta 4.5 m, no existe en las inmediaciones ninguna elevación de importancia, la demás superficie corresponde a una zona marina perteneciente a la Bahía de Pichilingue y Bahía de La Paz. En la superficie terrestre del área del proyecto se mantiene vegetación de tipo matorral sarcocaula reducida a pequeños arbustos y herbáceas representativas de zonas costeras (ver *anexo fotográfico*), la zona marina por una parte pertenece a la Bahía de Pichilingue, en esta superficie se encuentra infraestructura marina; se dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas) propiedad de la empresa **DIEGAS, S.A. de C.V.**

- La calidad paisajística incluye tres elementos de percepción;

1) Las características intrínsecas del sitio, en este caso para el área del proyecto (45,809.5925 m²), comprende dos zonas a) *zona terrestre* (15,691.2225 m²) donde se construirá el proyecto, en esta zona se mantiene vegetación de tipo matorral sarcocaula reducida a pequeños arbustos y herbáceas representativas de zonas costeras, y b) *zona marina* (30,118.37 m²) perteneciente a la Bahía de Pichilingue, en esta superficie se

encuentra infraestructura marina; se dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas) propiedad de la empresa DIEGAS, S.A. de C.V. por lo que no existirán cambios y/o afectaciones en el área marina. Que el área del proyecto colinda con establecimientos industriales (Terminal de Cemex al Norte y en dirección Sur con infraestructura telefónica de AT&T Pichilingue, en dirección Oeste se encuentra Planta de Distribución de Gas L.P. y por el lindero Este se ubica el canal de acceso al Recinto Portuario en la Bahía de Pichilingue), asimismo al estar inmerso en la poligonal del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, predominan las actividades de tipo portuarias, comerciales e industriales.

2) La calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; esta área comprende vegetación de matorral sarcocaula dentro de la ex Isla de San Juan Nepomuceno, además no presenta corrientes de agua, se observa el canal de navegación y la dársena de la Bahía de Pichilingue en dirección *Noreste y Este*, la Bahía está bien protegida con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado. En el canal para entrar a la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación y la profundidad es de 5 m en ambos lados, aumentando en la parte media hasta 8.4 y 9.8 m.

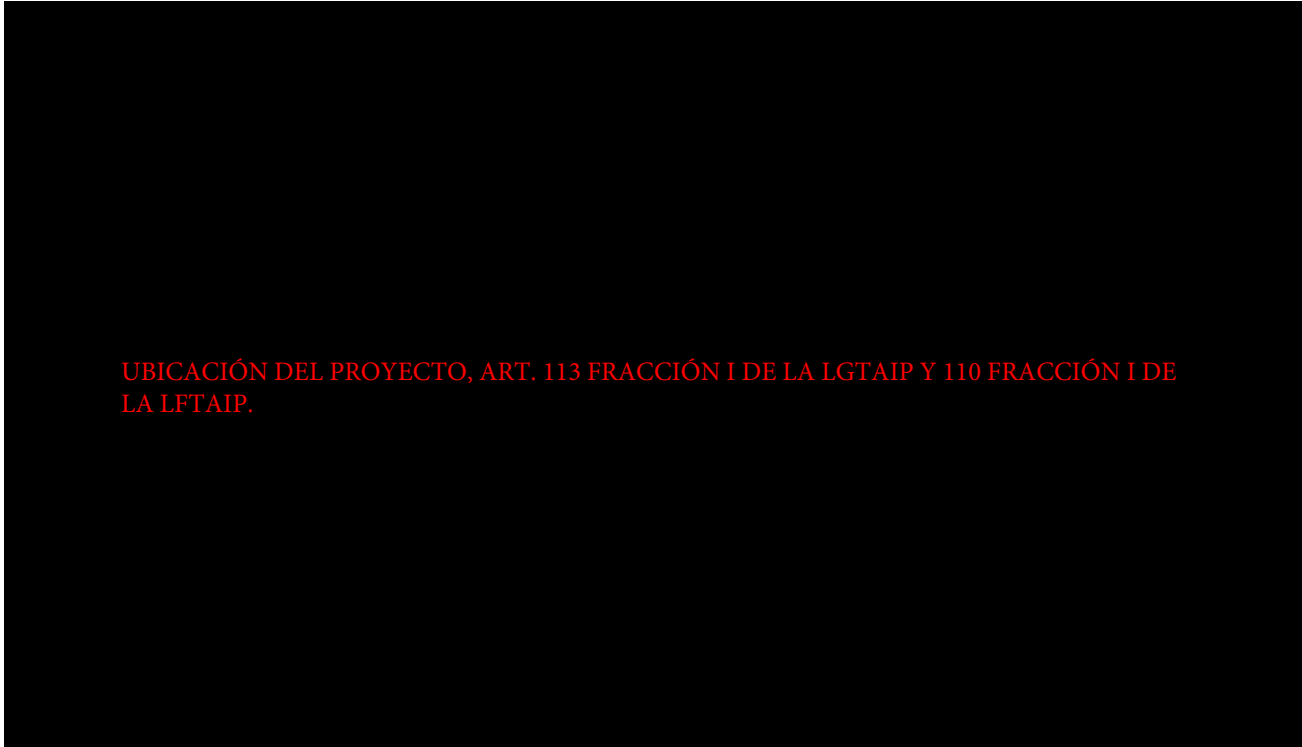
3) La calidad del fondo escénico, de las características ambientales que presenta el SA; el tipo de vegetación terrestre es matorral sarcocaula y matorral sarco-crasicaule, sin embargo el principal uso de suelo es portuario, comercial e industrial con base al dictamen favorable de uso de suelo emitido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur. A pesar de las actividades en la zona, la visibilidad desde el área del proyecto aún puede apreciarse el fondo paisajístico, debido a que existe poca infraestructura que sirva de barrera visual por lo que se aprecia la presencia dominante de zonas costeras.

- La fragilidad del paisaje es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. Los aspectos considerados en el paisaje no serán alterados, actualmente este factor se encuentra modificado y alterado por las actividades portuarias, comerciales e industriales que se llevan a cabo en el recinto desde 1963, año en que inició actividades el Puerto. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto está inmerso en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: AICA 93 Ensenada de La Paz, y la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur, también se ubica dentro del Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz, en el área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo, además el Sistema Ambiental incide en una parte de la Zona de Amortiguamiento, Subzona de Uso Tradicional Ensenada Falsa del Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra), estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, además de que son áreas consideradas como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente.

Pueden ser vulnerables al impacto humano, por lo que durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros, para el proyecto específicamente serán enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos,

aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas.

Finalmente, de las actividades que pretende el promovente se mantiene continua comunicación con la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. (API-BCS, S.A. de C.V.), contando con el oficio de acuse dirigido a la Dirección General de la APIBCS, con fecha del 27 de julio de 2018, donde se solicita una ampliación de una superficie terrestre de 1,003.17 m² adicional, que será utilizada para las actividades operativas de la empresa y formará parte del área del proyecto como se indica en el *Capítulo II de la MIA-P*. Además del oficio de solicitud de autorización de obra “Planta de almacenamiento para suministro de gas l.p. en terminal marítima” con tipo de actividad o giro industrial: Almacenamiento de Gas L.P. considerada de alto riesgo, ubicado en el recinto portuario del Puerto de Pichilingue, B.C.S. dirigido a la Dirección General de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. con fecha del 10 de agosto de 2018 ver (Figura II.3.11.).



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.11. Ubicación del proyecto inmerso en la parte Sur del polígono del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, y delimitación del Sistema Ambiental.

ASENTAMIENTOS HUMANOS.

El SA y el área del proyecto se localiza en el municipio de La Paz, a 17 km de la ciudad del mismo nombre, específicamente en el Puerto de Pichilingue, por lo que las actividades económicas y la mayor afluencia poblacional se concentran en La Paz. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario

Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las **localidades más cercanas al S.A.** ver (Tabla II.3.12.) y (Figura II.3.12.).

Tabla II.3.12. Ubicación de localidades más cercanas al SA.

Localidad	Distancia aprox. con respecto al área del proyecto	Población total Fuente: INEGI. Principales resultados por localidad, ITER. BCS
Puerto Pichilingue	1.468 km	6 personas
La Estela	1.985 km	5 personas
Playa El Tesoro	1.772 km	1 persona

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

*Fuente: Mapa Digital de México INEGI.
Localidades rurales vigentes, Nombres de localidades y Localidades dispersas.*

Para conocer la información sociodemográfica y económica puntual del Sistema Ambiental, se sometió dicha área al software de Inventario Nacional de Viviendas, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI (Página web), del cual se desprende la siguiente información:

La delimitación del Sistema Ambiental comprende un total de 12 manzanas, sin embargo, no se reporta ninguna concentración poblacional.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS.

A continuación se presenta la distribución de los comercios inmersos en el Sistema Ambiental, se indica la distancia con respecto al área del proyecto, y que forman parte de la dinámica económica en la que se integra la empresa ver (Tabla II.3.13.) y (Figura II.3.13.).

Tabla II.3.13. Establecimientos económicos inmersos del Sistema Ambiental.

	Actividad económica	Personal	Distancia aprox. con respecto al límite del área del proyecto
Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de DIEGAS, S.A. de C.V.	Comercio de Gas L.P.	11 A 30 personas	Se ubica al Oeste del área del proyecto.
Cemex Cemento	Terminal de Cemento	51 a 100 personas	10 m al Norte.
Acuicultura Mahr	Camaronicultura	51 a 100 personas	351 m hacia el Norte.
Destacamento Armada de México San Juan Nepomuceno	Actividades de Seguridad Nacional	6 a 10 personas	1,565 m en dirección Norte
Transportadora Geos	Autotransporte foráneo de carga granel	11 a 30 personas	1,562 m en dirección Norte
EARTH OCEAN FARMS S DE RL CV	Piscicultura y otra acuicultura, excepto camaronicultura	11 a 30 personas	1,562 m en dirección Norte
Universidad Autónoma de BCS Unidad Pichilingue	Escuelas de educación superior del sector público	11 a 30 personas	1,230 m en dirección Este.
Oficinas API-BCS	Administración de Puertos y Muelles	51 a 100 personas	1,543 m al Noreste.
Sección Aduanera de Pichilingue	Administración pública en general	11 a 30 personas	1,435 m hacia el Noreste.
SCPP Bella Vista de Pichilingue	Pesca y captura de peces, crustáceos, moluscos y otras especies	6 a 10 personas	1,712 m en dirección Norte
Blue Genetics México	Camaronicultura	6 a 10 personas	1,685 m en dirección Norte
Club Hotel Canta Mar	Hoteles con otros servicios integrados	6 a 10 personas	1,715 m en dirección Norte
Baja Ferries	Transporte marítimo de cabotaje, excepto de petróleo y gas natural	51 a 100 personas	1,715 m en dirección Norte
Transportadora Marítima de California	Transporte marítimo de cabotaje, excepto de petróleo y gas	11 a 30 personas	1,804 en dirección Noreste

	natural		

Fuente: INEGI. Inventario Nacional de Viviendas 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura II.3.13. Establecimientos económicos inmersos en el Sistema Ambiental.
Fuente: INEGI. Inventario Nacional de Viviendas 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

Considerando que el área del proyecto forma parte de los cesionarios del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue localizándose al Sur del polígono del Recinto, sitio regulado por la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur (API BCS) zona federal que comprende las áreas de agua y terrenos de dominio público destinados al establecimiento de instalaciones y a la prestación de servicios portuarios en el municipio de La Paz, B.C.S.

El puerto de Pichilingue se ubica dentro de la Bahía de La Paz en las costas del Golfo de California/Mar de Cortés, a 17 Km de la ciudad de La Paz y se enlaza con la carretera Transpeninsular que comunica hacia el Sur con el municipio de Los Cabos y hacia el Norte con los municipios de Comondú, Loreto y Mulegé, continuando hacia la localidad de Tijuana en el estado de Baja California. Inició operaciones en 1963, año en que se construye un muelle con rampa para transbordador y el Edificio Terminal para Pasajeros, siendo administrados por Puertos Mexicanos.

Siendo un puerto de altura y cabotaje, abriga embarcaciones que transportan carga general, cemento a granel y Gas L.P., distinguiéndose por la atención a embarcaciones tipo Ferries en sus rutas regulares La Paz-Mazatlán y La Paz-Topolobampo del estado de Sinaloa, constituyéndose en el principal vínculo con el macizo continental para la transportación de carga y pasaje. Se reciben megacruceros cuyo pasaje se traslada a sitios turísticos del Puerto de La Paz.

Que el Recinto Portuario está formado por una poligonal de 1, 265,593.54 m² que comprende una superficie marina y una superficie terrestre. Se integra por 2 áreas: la Zona de Transbordadores y la Zona Comercial, contando con tres muelles y rampa para transbordadores, una rampa para transbordador, un muelle de pesca, dos muelles de usos múltiples, terminal de cemento, patio de maniobras, patios de almacenaje, una bodega, un cobertizo, un almacén, áreas de revisión para autoridades y oficinas administrativas, así como el área del proyecto. La marina situada en el puerto atiende el segmento de Turismo Náutico que comprende embarcaciones de recreo y yates turísticos, principalmente.

A continuación se muestran las actividades que se llevan a cabo, cabe mencionar que la zona es clasificada con uso portuario, comercial e industrial, confiriéndole un sitio estratégico para el desarrollo del proyecto ver (Figura II.3.14.).

Figura II.3.14. Infraestructura del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

RECINTO PORTUARIO PUERTO DE PICHILINGUE INFRAESTRUCTURA	
1	Muelle y rampa para transbordador No. 1
2	Muelle y rampa para transbordador No. 2
3	Muelle y rampa para transbordador No. 3
4	Rampa de atraque para carga y pasajeros en transbordador
5	Muelle de Usos Múltiples No. 1
6	Muelle de Usos Múltiples No. 2 y cruceros
7	Muelle Camaronero
8	Muelle Flotante de CEMEX
9	Fondeadero de CALIGAS (DIESGAS)
TERMINAL DE TRANSBORDADORES	
ÁREAS DE ALMACENAMIENTO	
Terminal De Transbordadores	
10	Patio De Carga General
11	Cobertizo
12	Patio Muelles 1 y 1 Bis
13	Patio Muelles 2, 3 y 4.
Muelle de Camaroneros	
14	Patio de Muelle
Muelle de Usos Múltiples 1	
15	Patio Muelle
Puerto Comercial	
Muelle de Usos Múltiples 2	
16	Bodega
17	Cobertizo
18	Patio Muelle
19	Muelle de Cemex (Granel Mineral)
20	Muelle Caligas (Descarga de Gas L.P.) Almacenamiento de Gas l.p.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN). CONEXIÓN BTG CON LINEA DE RECEPCIÓN						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguami ento			
1	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desprendimiento de la manguera durante la conexión de la válvula de descarga del BTG con la manguera.	Radiación térmica. 37.5 kW/m²: 16.8 m 12.5 kW/m²: 27.46 m 5.0 kW/m²: 42.61 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m²: 78.39 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje y Vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible l347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Se considera que la fuga se lleva a cabo en dos etapas, la primera tiene lugar por la continuidad en el funcionamiento de la bomba booster, es decir, la emisión en esta etapa se considera como la característica de un chorro horizontal. La segunda por la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff, es decir, una emisión instantánea. a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 38.44 m 3.0 psi: 78.44 m 1.0 psi: 179.07 m	Sobrepresión 0.5 psi: 304.38 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX y planta de distribución de gas l.p. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque gasero.	EL evento se desarrolla a bordo del BTG. <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Infraestructura telefónica.....280 m Propiedad SEMAR.....247 m CEMEX (área de proceso).....255 m Zona de tanques (planta).....270 m	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La calidad del aire se vería afectada por la emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante, debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. Sin embargo, se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. Por tanto se tiene que para el:

Caso 1. La masa que se fuga debido a la operación de la bomba booster del BTG está en función de la capacidad de descarga de 40 Ton/h; alcanzará su límite inferior de inflamabilidad desde 1.00 m hasta los 50.33 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.00 m hasta los 33.89 m provocando graves daños a equipos en dirección del viento.
Caso 2. Emisión instantánea. La masa que se fuga debido al desprendimiento de la manguera durante la descarga del buque tanque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I en dirección X desde el origen hasta 17.02 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanza a los 21.64 m provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que el BTG será el equipo que se prevé sea el afectado por el desarrollo de este evento, ya que tanto el nivel de radiación de 37.5 y 12.5 kW/m² inciden directamente sobre este, lo que se traduce en afectaciones serias, que van desde el desarrollo de incendios secundarios sobre la cubierta del BTG hasta la posible ignición de los tanques de almacenamiento a bordo del BTG, lo que pudiera ocasionar la falla de estos y el desarrollo de la BLEVE de dichos recipientes, situación que ya fue evaluada en el punto II.2. No obstante, para que sucediera la falla catastrófica de dichos recipientes es necesario que dicha dosis de radiación sea por un tiempo mínimo de exposición de 30 min, situación que es poco probable dadas las medidas de mitigación con las que cuenta el buque y a la pronta intervención de las brigadas de emergencia. En cuanto al personal del BTG expuesto a estos niveles de radiación se tiene un 100% de letalidad.

En tanto que los niveles de radiación equivalentes a 5.0 y 1.4 kW/m² no inciden sobre ningún área terrestre ni edificación. El nivel de radiación de 5.0 kW/m² se alcanza hasta los 42.61 m, en donde aún se encuentran los extremos del buque, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños a equipos y materiales. No obstante, si en esta zona se encontraran integrantes de la tripulación podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos, así como quemadura de 1er grado. En cuanto a la flora y fauna dentro de este radio de afectación, cabe mencionar que el efecto es del tipo radial por lo que los componentes marinos no se verían afectados. De igual forma dentro del radio de afectación por 1.4 kW/m² solo se ubica el área marina, a este nivel de radiación no se registran daños por un tiempo de exposición prolongado.

Por otra parte, las ondas de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños directos a los equipos que se encuentran sobre la cubierta del buque, existiendo la posibilidad de que algún fragmento de los equipos dañados golpee fuertemente a uno de los tanques de carga a bordo del buque, los cuales se ubican por debajo de la cubierta de este, ocasionando el desarrollo de un evento secundario (efecto domino), que puede ir desde una fuga hasta la BLEVE del recipiente debido a la pérdida de su integridad mecánica. Para efectos de considerar el mayor daño representativo se consideró el evento máximo catastrófico (BLEVE del tanque de carga de mayor capacidad)

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica	280 m	<0.87 psi	Sin daños relevantes.
Zona de tanques de almacenamiento de la planta	268 m	<0.87 psi	1% de daño al equipo.
Propiedad SEMAR	247 m	<0.87 psi	Sin daños relevantes.
CEMEX (área de proceso)	255 m	<0.87 psi	1% de daño al equipo.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas, la tripulación a bordo del BTG y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 179.07 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 304.38 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa contará con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Válvula manual de cierre rápido y válvula de seguridad a control remoto en el manifold de descarga del BTG. 2. La línea de descarga (segmento submarino de tubería) cuenta con una válvula de no retroceso y válvula de cierre rápido, asimismo la manguera cuenta con válvula de cierre rápido. 3. Procedimientos de operación. 4. Mantenimiento del sistema de trasiego, sistema contra incendio de la planta, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad. 5. Supervisión durante la maniobra de conexión por parte del Primer Oficial de Cubierta. 6. Certificación del personal que realiza las operaciones de trasiego por parte de Marina Mercante. Cada 5 años el personal recibe capacitación para realizar operaciones de trasiego y manejo de gas l.p. 7. Medidas de seguridad dictaminadas en La Ley de Puertos durante la descarga: - Queda prohibido fumar en las bodegas cubiertas y pasillos exteriores de los buques mientras efectúan operaciones de carga y descarga (Artículo 115). - En caso de incendio a bordo o en los muelles en que se encuentre atracado el buque se darán los avisos necesarios con su sirena y otros dispositivos (Artículo 117). - Los hidrantes y equipos contra incendios estarán debidamente localizados, con sus instrucciones reglamentarias a la vista para facilitar su empleo y no deberán ser obstruidos. Todas las terminales deberán contar con sistemas contra incendio y plan de emergencia (Artículo 118). - En los recintos portuarios y en los buques estará prohibido encender fogatas (Artículo 120). - Los trabajos que se hagan en los buques deberán cumplir con las normas relativas a la prevención de la contaminación (Artículo 121). - Previo a la operación de un buque tanque, el operador de la misma, en coordinación con el oficial responsable de la carga a bordo, deberá verificar la lista de seguridad correspondiente (Artículo 122).	A bordo del buque tanque se tiene: 1. Sistema de aspersión a base de agua sobre el manifold. 2. Cañón de polvo químico, extintores portátiles. 3. Detector de incendio y alarma. 4. Escuadrón de emergencias.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN). CONEXIÓN BTG CON LÍNEA DE RECEPCIÓN						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
2	Si debido al desgaste por flexiones o bien por exceder su tiempo de vida útil la manguera presentara un orificio en el extremo de conexión a bordo, y los operadores no se percataran de esta situación al momento de realizar la conexión con el manifold de descarga del buque tanque, provocando una fuga continua a través de la fisura, la cual se considera tiene un diámetro de 1.0"	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 10.83 m 12.5 kW/m ² : 18.35 m 5.0 kW/m ² : 28.46 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 52.34 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje y Vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) EL evento se desarrolla a bordo del BTG.	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	La descarga se considera en forma líquida debido a que la distancia de descarga está en la superficie, por lo que el líquido en su paso a través del orificio no se vaporizaría, la vaporización ocurriría en la atmósfera. a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 29.14 m 3.0 psi: 59.46 m 1.0 psi: 135.73 m	Sobrepresión 0.5 psi: 230.72 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX, infraestructura propia del Sistema de Almacenamiento (proyecto) Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque gasero.	<u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Muelle CEMEX.....112 m Silo CEMEX.....215 m Infraes. Telefónica.....280 m Prop. SEMAR.....247 m Infraestructura del Sistema de Almacenamiento (proyecto).175 m	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La calidad del aire se vería afectada por la emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida a la fuga de gas l.p. a través de una fisura en la manguera durante el trasiego de gas l.p. del buque tanque al recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 2.10 m hasta los 13.84 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanza desde los los 1.85 m hasta los 22.09 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que el BTG será el equipo que se prevé sea el afectado por el desarrollo de este evento, ya que tanto el nivel de radiación de 37.5 y 12.5 kW/m² inciden directamente sobre este, lo que se traduce en afectaciones serias, que van desde el desarrollo de incendios secundarios sobre la cubierta del BTG hasta la posible ignición de los tanques de almacenamiento a bordo del BTG, lo que pudiera ocasionar la falla de estos y el desarrollo de la BLEVE de dichos recipientes, situación que ya fue evaluada en el punto II.2. No obstante, para que sucediera la falla catastrófica de dichos recipientes es necesario que dicha dosis de radiación sea por un tiempo mínimo de exposición de 30 min, situación que es poco probable dadas las medidas de mitigación con las que cuenta el buque y a la pronta intervención de las brigadas de emergencia. En cuanto al personal del BTG expuesto a estos niveles de radiación se tiene un 100% de letalidad.

En tanto que los niveles de radiación equivalentes a 5.0 y 1.4 kW/m² no inciden sobre ningún área terrestre ni edificación. El nivel de radiación de 5.0 kW/m² se alcanza hasta los 28.46 m, en donde aún se encuentran los extremos del buque, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños a equipos y materiales. No obstante, si en esta zona se encontraran integrantes de la tripulación podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos, así como quemadura de 1er grado. En cuanto a la flora y fauna dentro de este radio de afectación, cabe mencionar que el efecto es del tipo radial por lo que los componentes marinos no se verían afectados. De igual forma dentro del radio de afectación por 1.4 kW/m² solo se ubica parte del buque y el área marina, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños por un tiempo de exposición prolongado.

La ondas de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños directos a los equipos que se encuentran sobre la cubierta del buque, existiendo la posibilidad de que algún fragmento de los equipos dañados golpee fuertemente a uno de los tanques de carga a bordo del buque, los cuales se ubican por debajo de la cubierta de este, ocasionando el desarrollo de un evento secundario (efecto domino), que puede ir desde una fuga hasta la BLEVE del recipiente debido a la pérdida de su integridad mecánica. Para efectos de considerar el mayor daño representativo se consideró el evento máximo catastrófico (BLEVE del tanque de carga de mayor capacidad)

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Muelle CEMEX	112 m	1.328 psi	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos
Silo CEMEX	215 m	<0.61 psi	Daño estructural menor.
Inf. Telefónica	280 m	<0.61 psi	Daño estructural menor.
Propiedad SEMAR	247 m	<0.61 psi	Daño estructural menor.
Infraestructura del proyecto	175 m	0.745 psi	Daño estructural menor.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laborarán en el Sistema de Almacenamiento, la tripulación a bordo del BTG y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 135.73 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 230.72 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
Suspensión de actividades de operación. Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. Rehabilitación de áreas afectadas que incluya reconstrucción de las instalaciones dañadas. En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.	

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Válvula manual de cierre rápido y válvula de seguridad a control remoto en el manifold de descarga del BTG. 2. La línea de descarga (segmento submarino de tubería) cuenta con una válvula de no retroceso y válvula de cierre rápido, asimismo la manguera cuenta con válvula de cierre rápido. 3. El oficial de guardia, realiza una inspección visual, a cada largo de manguera, antes de conectarla finalmente al manifold. Cualquier defecto visible en las capas internas o externas, como fisuras, desgaste, aplastamiento, o indicios de filtraciones, son comunicados al capitán, pudiendo éste, rechazar la manguera en cuestión. 4. Revisión trimestral de la manguera. Buzos supervisan el estado físico de la manguera.	A bordo del buque tanque se tiene: 1. Sistema de aspersión a base de agua sobre el manifold. 2. Cañón de polvo químico, extintores portátiles. 3. Detector de incendio y alarma. 4. Escuadrón de emergencias.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN)						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
3	Si durante la descarga de gas l.p. del buque tanque a la esfera mediante la línea de recepción existiera una variación en los parámetros de operación, es decir, que se tuviera una mayor presión, temperatura o un flujo mayor, se puede presentar sobrepresión, oscilaciones térmicas, o bien, un alto nivel de vibración en la línea provocando una fuga de gas l.p. a través de la brida.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.83 m 12.5 kW/m ² : 4.84 m 5.0 kW/m ² : 7.52 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 13.86 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Para calcular la masa de gas l.p. fugado se considera que alrededor de la brida hay una abertura de 0.25" que aunado a lo anterior esta presenta corrosión y un mal arreglo en los espárragos que aseguran la brida. La masa fugada formará, con el paso del tiempo en el cual los instrumentos actúan, una nube inflamable que podría generar una explosión de la misma.	Sobrepresión. 10.0 psi: 35.92 m 3.0 psi: 73.31 m 1.0 psi: 167.36 m	Sobrepresión 0.5 psi: 284.48 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX, infraestructura propia del Sistema de Almacenamiento (proyecto) Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Ninguna.	<u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Buque tanque.....133 m Muelle CEMEX.....165 m CEMEX área de proceso.....150 m Prop. SEMAR.....205 m Infraestructura del Sistema de Almacenamiento (patín, equipo más cercano).....57 m Planta de distribución de gas l.p. (área de tanques de almtto).135 m	
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de					

	material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP a través de la abertura formada alrededor de la brida alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.50 m hasta 2.29 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde los 1.42 m hasta 4.37 m provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que los radios de afectación no rebasarán la zona terrestre en donde se ubica la brida de la línea de recepción, por lo tanto, no habrá afectación a equipos, estructuras o personas. En cuanto a flora y fauna se prevé se presenten incendios en el área, los cuales evidentemente afectaran a dichos componentes.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	133 m	1.418 psi	5% de daño al equipo
Muelle CEMEX	165 m	1.045 psi	Demolición parcial.
CEMEX área de proceso	150 m	1.150 psi	Falla en conexiones.
Propiedad de la SEMAR	250 m	<0.80 psi	Daño estructural menor.
Infraestructura de la planta de almtto (patín, equipo más cercano)	57 m	4.69 psi	99% de daño al equipo.
Planta de distribución de gas l.p. (zona de tanques de 250 m ³ =	135 m	1.387 psi	5% de daño al equipo

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de DIEGAS, la tripulación a bordo del BTG y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 167.36 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 284.48 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La línea de descarga (segmento submarino de tubería) cuenta con una válvula de no retroceso y válvula de cierre rápido, asimismo la manguera cuenta con válvula de cierre rápido. 2. Aislamiento eléctrico (monoblock) entre sección de tubería marina y superficial, el cual provee aislamiento eléctrico a fin de evitar fallas en equipo eléctrico por corrientes inducidas entre ambas secciones. 3. Comunicación permanente entre personal a bordo de buque y planta durante las operaciones de transferencia. 4. Procedimientos de operación establecidos. 5. Mantenimiento del sistema de trasiego contra incendio de la planta de distribución, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad.	1. Escuadrón de emergencias. 2. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN)						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
4	Por efectos de corrosión se considera la formación de un orificio en la línea principal de conducción cédula 80, la cual se encuentra presurizada a 2.5 kg/cm ² y con un flujo de 1.139 m ³ /min, el tamaño de esta fisura es de 1.2" equivalente al 20% del diámetro de la tubería (6") con la consecuente formación de una nube potencialmente inflamable y explosiva.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 12.93 m 12.5 kW/m ² : 21.87 m 5.0 kW/m ² : 33.90 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 62.35 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Buque tanque.....129 m Infraestructura telefónica....185 m Propiedad SEMAR.....205 m CEMEX (área de proceso)..148 m Zona de tanques (planta de distribución).....138 m Infraestructura del proyecto (patín equipo más cercano).....45 m Salinas de Pichilingue.....340 m TUM 2.....316 m Vialidad principal API.....184 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal. c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 56.28 m 3.0 psi: 114.85 m 1.0 psi: 262.17 m	Sobrepresión 0.5 psi: 445.64 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Patín de medición.		

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga a través de un orificio en la línea de conducción principal que conduce GLP del buque tanque al recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.34 m hasta los 16.78 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde los 1.27 m hasta los 25.86 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que los radios de afectación de alto riesgo por daño a equipos no rebasarán la zona terrestre donde se ubica la línea de recepción, no afectando ningún elemento estructural ni equipo de proceso. Asimismo, el nivel de radiación equivalente a 5.0 kW/m2 se alcanza hasta una distancia de 33.90 m en donde de igual manera se encuentra la zona terrestre y la bahía. Finalmente, el valor de 1.4 kW/m2 alcanza a tocar el patín de medición, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños a equipos de proceso. En cuanto a flora y fauna se prevé se presenten incendios en el área, los cuales evidentemente afectaran a dichos componentes.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	129 m	2.743 psi	20% de daño al equipo del BTG
Infraestructura telefónica	185 m	1.602 psi	Colapso parcial.
Zona de tanques de almacenamiento de la planta (250 m3)	138 m	2.446 psi	Daño menor
Propiedad SEMAR	205 m	<1.41 psi	Ligera distorsión de estructuras.
CEMEX (área de proceso)	148 m	2.116 psi	Daño menor a tanques atmosféricos.
Infraestructura del proyecto. (equipo más cercano: patín)	45 m	19.0225 psi	Daño catastrófico sobre el equipo.
Salinas de Pichilingue	340 m	<1.41 psi	Ligera distorsión de estructuras.
TUM 2	316 m	<1.41 psi	Ligera distorsión de estructuras.
Vialidad principal API	184 m	1.6148 psi	Colapso parcial.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de DIEGAS, la tripulación a bordo del BTG, personal de CEMEX y personas que se encuentren en la TUM 2. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 262.17 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 445.64 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE
☞ Suspensión de actividades de operación. ☞ Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. ☞ Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas. ☞ Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento. ☞ En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Pintura como medio de protección contra la corrosión. Las tuberías que formarán parte del sistema de trasiego estarán protegidas de los daños por efecto de la corrosión, mediante un primario orgánico a base de zinc, además de pintura de enlace primario; con la finalidad de aislar las tuberías que integran el sistema de trasiego y así minimizar los efectos de la corrosión sobre estas. 2. Protección catódica de la línea de recepción. Para el cálculo de la protección catódica en la sección submarina de la línea de descarga se consideró una resistividad (resistencia específica) de 22 ohmnios (cm para el promedio de temperaturas y salinidad del agua de mar en la Bahía de Pichilingue. En cada sección (cuatro en total) entre bridas de la tubería de 6" de diámetro se soldaron 6 placas de ánodos de zinc de alto amperaje de 10 kilos y 2 placas de ánodos de alto amperaje de 5 kilos. 3. Mantenimiento del sistema de trasiego contra incendio de la planta, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad.	1. Escuadrón de emergencias. 2. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

RECEPCIÓN DE GAS L.P. (MEDIANTE LÍNEA DE RECEPCIÓN)						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
5	Si debido a falla en uniones bridadas y ante la ocurrencia de un sismo se presentara la ruptura total de la línea de recepción de gas l.p. que inicia en la conexión de la manguera con la válvula de descarga del BTG, la cual cuenta con un segmento submarino, otro enterrado y otro superficial. Se considera que la ruptura total de la línea y el escape de su contenido a lo largo del segmento de aproximadamente 140 m (antes del punto de ruptura) considerando que a este sección la precede una válvula de cierre rápido. a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal. c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Radiación térmica. 37.5 kW/m²: 41.41 m 12.5 kW/m²: 70.06 m 5.0 kW/m²: 107.09 m Sobrepresión. 10.0 psi: 73.33 m 3.0 psi: 149.65 m 1.0 psi: 341.66 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m²: 196.92 m Sobrepresión 0.5 psi: 580.66 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma. Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque, CEMEX (área de proceso), infraestructura del proyecto, planta de distribución (zona de tanques de almacenamiento) e infraestructura telefónica y y la vialidad principal API.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Buque tanque.....129 m Infraestructura telefónica....185 m Propiedad SEMAR.....205 m CEMEX (área de proceso)..148 m Zona de tanques (planta de distribución).....138 m Infraestructura del proyecto (patín equipo más cercano).....45 m Salinas de Pichilingue.....340 m TUM 2.....316 m Vialidad principal API.....184 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga a través de la ruptura de la línea de conducción principal que conduce GLP del buque al recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.02 m hasta 54.36 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.00 m hasta los 78.73 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En cuanto a la radiación generada por el dardo de fuego se tiene que ningún equipo o estructura se verá afectado por este nivel de radiación, sin embargo, se prevén incendios secundarios en el área donde se ubica el patín de medición en tanto que el nivel de radiación equivalentes a 5.0 kW/m² incide sobre las zonas de operación del proyecto, sin embargo, a este nivel de radiación no se reportan daños a equipos y materiales. No obstante, se prevé dolor en las personas expuestas en esta área (empleados) y si la exposición es mayor de 20 segundos se tendrían quemaduras de 1er grado. En cuanto a la flora y fauna dentro de este radio de

afectación, cabe mencionar que el efecto es del tipo radial por lo que los componentes marinos no se verían afectados. De igual forma dentro del radio de afectación por 1.4 kW/m² se ubican CEMEX, el BTG, la planta de distribución de gas l.p. y la infraestructura telefónica, sin embargo, a este nivel de radiación no se registran daños por un tiempo de exposición prolongado.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	129 m	4.124 psi	Daño sobre recipientes y estructuras metálicas
Infraestructura telefónica	185 m	2.29 psi	Límite inferior de daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	205 m	<1.99 psi	Colapso parcial de muros y techos.
CEMEX (Área de proceso)	148 m	3.098 psi	20% de daño sobre equipo de proceso.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	138 m	3.638 psi	Destrucción de tanques atmosféricos.
Infraestructura del proyecto (patín, equipo más cercano del origen del evento)	45 m	34.085 psi	Daño catastrófico sobre el equipo.
Salinas de Pichilingue	316 m	<1.99 psi	Colapso parcial de muros y techos.
TUM 2	138 m	<1.99 psi	Colapso parcial de muros y techos.
Vialidad principal API	184 m	2.29	Límite inferior de daño estructural serio.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de DIEGAS, la tripulación a bordo del BTG, personal de CEMEX y personas que se encuentren en la TUM 2. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 341.66 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 580.66 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE
☞ Suspensión de actividades de operación. ☞ Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. ☞ Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas. ☞ Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento. ☞ En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La tubería que forma parte de la línea principal de conducción de BTG a tanques se encuentra protegida por postes de concreto armado. 2. El área donde atraviesa la línea de conducción de gas l.p. se encuentra dentro del terreno propiedad de la empresa y está cercada con malla ciclónica. 3. Mantenimiento del sistema de trasiego contra incendio de la planta de distribución, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad.	1. Escuadrón de emergencias. 2. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

PATÍN DE MEDICIÓN						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
6	Por una sobrepresión en la línea, una temperatura o flujo mayor durante la operación se abrieran al comienzo de la descarga del líquido las válvulas hidrostáticas de acción pop, las cuales según la ingeniería básica del proyecto serán de ½”, con una apertura de 28.13 Kg/cm² y una capacidad de 22 m³/min.	Radiación térmica. 37.5 kW/m²: 8.62 m 12.5 kW/m²: 14.65 m 5.0 kW/m²: 22.74 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m²: 41.85 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Infraestructura telefónica.....129 m CEMEX (área de proceso)...140 m Zona de tanques (planta de distribución).....92 m Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado equipos más cercanos).....35 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	El patín de medición contará con tres válvulas de relevo hidrostáticas.					
	a) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro vertical.			Sobrepresión. 10.0 psi: 19.79 m 3.0 psi: 40.39 m 1.0 psi: 92.20 m		
	b) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Las dosis de radiación generadas por el dardo de fuego equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m² no afectarían a otros equipos cercanos al patín, no obstante se tendría el desarrollo de incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 22.74 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 41.82 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta última zona se encuentra el cuarto del sistema de control de inventario. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica	129 m	0.685 psi	Daño estructural menor.
CEMEX (Área de proceso)	140 m	0.604 psi	Daños menores a equipos de proceso.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	92 m	1.036 psi	Falla en conexiones.
Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado, equipo más cercano del origen del evento)	35 m	4.130 psi	Daño en recipientes de acero.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas y en CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 92.20 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 156.73 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. El patín de medición contará con aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02. 2. Se colocará un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción, de igual forma se colocarán sensores de presión y temperatura, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga. 3. Se colocará una válvula check de 6" tipo columpio marcha Walworth de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese a al másico y esto provoque una medición errónea. 4. Válvulas de cierre automático. 5. El sistema estará conectado a un SCD. 6. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el patín de medición. Asimismo, en esta área se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego.	1. El patín de medición estará protegido por un sistema de rociado integrado por 4 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg. 5. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

No.	Evento simulado	PATÍN DE MEDICIÓN		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Radios de afectación				
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
7	Si debido a una sobrepresión a la llegada del gas l.p. proveniente del BTG y ante un incorrecto apriete/ensamble de los pernos que sujetan la unión bridada del medidor de flujo másico se presentará la fuga de gas l.p. a través de la brida. Se considera un diámetro de fuga equivalente a ¼"	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.57 m 12.5 kW/m ² : 4.70 m 5.0 kW/m ² : 7.44 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 13.83 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 24.92 m 3.0 psi: 50.85 m 1.0 psi: 116.08 m	Sobrepresión 0.5 psi: 197.31 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Ninguna.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Buque tanque.....178 m Infraestructura telefónica.....129 m CEMEX (área de proceso)...140 m Zona de tanques (planta de distribución).....92 m Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado equipos más cercanos).....35 m	
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.					
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través de la brida de unión del medidor másico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 1.33 m hasta 3.23 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.29 m hasta los 4.99 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generadas por el dardo de fuego equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m² no afectarían a otros equipos cercanos al patín, no obstante se tendría el desarrollo de incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 7.44 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 13.83 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	178 m	0.591 psi	<1% de daño al equipo.
Infraestructura telefónica	129 m	0.921 psi	Daño estructural menor.
CEMEX (Área de proceso)	140 m	0.816 psi	1% de daño al equipo.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	92 m	1.389 psi	5% de daño al equipo de proceso.
Infraestructura del proyecto (esfera y sistema de re-licuado, equipo más cercano del origen del evento)	35 m	6.08 psi	Falla en la tubería y daño menor en recipientes horizontales presurizados.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas, la tripulación del BTG y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 116.08 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 197.31 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA</u> DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. El patín de medición contará con aislamiento eléctrico entre las válvulas VGA-01 aguas abajo y la válvula aguas arriba VGA-02. 2. Se colocará un medidor másico M400 con bridas de 6" para obtener el flujo, densidad y volumen del producto de recepción, de igual forma se colocarán sensores de presión y temperatura, con la finalidad de que las señales se concentren en el cuarto de control y así poder indicar al barco de cualquier anomalía en las condiciones óptimas de descarga. 3. Se colocará una válvula check de 6" tipo columpio marcha Walworth de acero fundido, con la finalidad de evitar que el producto regrese a al másico y esto provoque una medición errónea. 4. Válvulas de cierre automático. 5. El sistema estará conectado a un SCD. 6. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el patín de medición. Asimismo, en esta área se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego.	1. El patín de medición estará protegido por un sistema de rociado integrado por 4 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg. 5. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO. RECIPIENTE ESFÉRICO CAP. 40,000 BLS						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
8	Debido a un exceso de presión en el recipiente esférico ya sea por llenado excesivo, o bien, por exposición al fuego debido a un incendio cerca del área de almacenamiento ocurre el calentamiento de la superficie del recipiente. A consecuencia del calentamiento y de la incidencia directa de las llamas sobre el área donde se encuentra la fase vapor, la presión interna puede llegar a alcanzar la presión de diseño de la (s) válvula (s) de seguridad que se encuentra(n) acopladas la boquilla de 6" en el casquete superior del recipiente.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 37.19 m 12.5 kW/m ² : 73.60 m 5.0 kW/m ² : 118.83 m		Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6, II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9, II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 63.76 m 3.0 psi: 130.12 m 1.0 psi: 297.04 m		Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Buque tanque.....235 m Infraestructura telefónica.....140 m Propiedad SEMAR.....242 m CEMEX (área de proceso).....95 m Zona de tanques (planta de distribución).....36 m Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano).....7 m Salinas de Pichilingue.....300 m TUM 2.....302 m Vialidad principal API.....90 m	
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro vertical.					
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RRELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. La nube de gas formada por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente esférico alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde el origen hasta los 35.27 m y el 0.5L.I.I. se alcanzará desde el origen hasta los 35.59 m. En este caso cabe mencionar que el incendio de la nube inflamable se llevaría a cabo a 25.12 sobre el NPT, por lo que en este caso no existirían fatalidades sobre las personas ni daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte la dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 kW/m² afectaría a las áreas cercanas a la esfera, tales como: el Sistema de re-licuado, bombas e intercambiadores y el patín de medición causando daños severos a estos equipos de proceso que incluiría la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además del colapso de elementos estructurales. Por su parte la

radiación equivalente a 12.5 kW/m² afectaría la zona de almacenamiento de la planta de distribución de gas l.p colindante, en donde tendría el desarrollo de incendios secundarios provocando la deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daños severos a equipos de instrumentación.

En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 118.83 m (5.0 kW/m²), las personas que pudieran estar presentes en esa área (personal de CEMEX) podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 222.73 m (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p. y CEMEX, salvo el caso de la dosis de radiación equivalente a 1.4 kW/m², sin embargo, a este nivel de radiación no se reportan daños sobre seres vivos.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	235 m	< 1.65 psi	5% de daño al equipo del BTG.
Infraestructura telefónica	140 m	2.854 psi	Daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	242 m	<1.65 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción.
CEMEX (Área de proceso)	95 m	5.15 psi	Daños estructurales de equipo.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	36 m	40.519 psi	Tanques de almacenamiento 100% dañados.
Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano del origen del evento)	7 m	1076.728 psi	Equipos 100% dañado.
Salinas de Pichilingue	300 m	<1.65 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.
TUM 2	302 m	<1.65 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción
Vialidad principal API	90 m	5.8 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían las personas que se encuentren en la TUM 2 y la tripulación a bordo del BTG. Es decir, las personas que se encuentren en un radio de 297.04 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 504.92 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS

1. Limitación de presión excesiva. Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas será como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²). $Q= 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$. Además el recipiente contará con: 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515 y 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664 2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado. 3. Válvulas de corte primarias. Tanto en el casquete superior como inferior se colocaran válvulas de corte primarias, las válvulas de bola contarán con actuador neumático. 4. Aislamiento térmico de recipientes. Se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados. 5. Muro de contención de derrames. Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames, cabe mencionar que de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo. 6. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. 7. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área de almacenamiento. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 8. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. Además de que una vez que los recipientes lo requieran (5 y 10 años, respectivamente) serán sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando, de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002	1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410. En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. 2. Extintores manuales de PQS. En esta área habrá 6 extintores manuales con capacidad de 9 kg cada uno. 3. Extintor de carretilla. Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco clase ABC. 4. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno que cubrirán perfectamente el recipiente. 5. Un hidrante con capacidad de 950 LPM cercano al área de almacenamiento. 6. Sistema de alarma. Se contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación esta operará con una corriente eléctrica CA 127 V. 7. Comunicación. Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. 8. Respuestas de control.- Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal estará capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010. 9. Plan de Atención a Contingencias. Dentro de la planta se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten: - Desalojo del personal. - Operación de válvulas. - Operación de apoyo con extintores. - Dar la señal de alarma. - Desconexión de la energía eléctrica. - Dar aviso a las autoridades. - Ataque a las zonas de fuego.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO. RECIPIENTE ESFÉRICO CAP. 40,000 BLS						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			

9	Se considera que el recipiente esférico se encuentra al 85% de su capacidad (capacidad de operación). Se considera la formación de un orificio de 1” en la pared del recipiente, el cual se ubica a 2.32 m medidos de NPT al cuerpo de la esfera. La emisión se considera se lleva a cabo en fase líquida, la cual formará un charco que se volatilizará al absorber calor del entorno y de la superficie del derrame. La temperatura del charco se reducirá al evaporarse el material. Al calcular la tasa de emisión atmosférica, se asume que ocurre una volatilización inmediata del material. a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal. c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Radiación térmica. 37.5 kW/m²: 13.38 m 12.5 kW/m²: 22.86 m 5.0 kW/m²: 35.54 m Sobrepresión. 10.0 psi: 58.24 m 3.0 psi: 118.85 m 1.0 psi: 271.30 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m²: 65.45 m Sobrepresión 0.5 psi: 461.17 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6, II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9, II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible l347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma. Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto) y planta de distribución de gas l.p.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) <u>Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:</u> Buque tanque.....235 m Infraestructura telefónica.....140 m Propiedad SEMAR.....242 m CEMEX (área de proceso).....95 m Zona de tanques (planta de distribución).....36 m Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano).....7 m Salinas de Pichilingue.....300 m TUM 2.....302 m Vialidad principal API.....90 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RRELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. La nube de gas formada por la fuga de GLP a través del orificio de 1” en la pared del recipiente alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los 4.86 m hasta los 20.98 m y el 0.5L.I.I. se alcanzará desde los 4.14 m hasta los 32.29 m.

Por su parte la dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 kW/m² afectaría el área de bombas e intercambiadores causando daños severos a estos equipos de proceso que incluiría la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además del colapso de elementos estructurales. Por su parte la radiación equivalente a 12.5 kW/m² afectaría la zona del sistema de re-licuado, en donde tendría el desarrollo de incendios secundarios provocando la deformación de elementos estructurales, ignición de tubos y recubrimientos de plástico, así como daños severos a equipos de instrumentación.

En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 35.54 m (5.0 kW/m²), las personas que pudieran estar presentes en esa área (personal del SCD) podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 65.45 m (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p. y de la planta de distribución de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	235 m	< 1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
Infraestructura telefónica	140 m	2.5 psi	Límite inferior de daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	242 m	<1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
CEMEX (Área de proceso)	95 m	4.43 psi	Falla de recipientes presurizados.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	36 m	32.976 psi	Equipos 100% dañado.
Infraestructura del proyecto (área de bombas e intercambiadores, equipo más cercano del origen del evento)	7 m	945.24 psi	Equipos 100% dañado.
Salinas de Pichilingue	300 m	<1.47 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.
TUM 2	302 m	<1.47 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción
Vialidad principal API	90 m	4.96 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían las personas que se encuentren en la TUM 2 y la tripulación a bordo del BTG. Es decir, las personas que se encuentren en un radio de 271.30 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 461.17 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
2. Limitación de presión excesiva. Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas será como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²). $Q = 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$. Además el recipiente contará con: 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515 y 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664 3. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado. 4. Válvulas de corte primarias. Tanto en el casquete superior como inferior se colocaran válvulas de corte primarias, las válvulas de bola contarán con actuador neumático. 5. Aislamiento térmico de recipientes. Se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados. 6. Muro de contención de derrames. Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames, cabe mencionar que de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo. 7. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. 8. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área de almacenamiento. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 9. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. Además de que una vez que los recipientes lo requieran (5 y 10 años, respectivamente) serán sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando, de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002	1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410. En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. 2. Extintores manuales de PQS. En esta área habrá 6 extintores manuales con capacidad de 9 kg cada uno. 3. Extintor de carretilla. Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco clase ABC. 4. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno que cubrirán perfectamente el recipiente. 5. Un hidrante con capacidad de 950 LPM cercano al área de almacenamiento. 6. Sistema de alarma. Se contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación esta operará con una corriente eléctrica CA 127 V. 7. Comunicación. Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. 8. Respuestas de control.- Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal estará capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010. 9. Plan de Atención a Contingencias. Dentro de la planta se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten: - Desalojo del personal. - Operación de válvulas. - Operación de apoyo con extintores. - Dar la señal de alarma - Desconexión de la energía eléctrica - Dar aviso a las autoridades - Ataque a las zonas de fuego

ÁREA DE ALMACENAMIENTO. RECIPIENTE ESFÉRICO CAP. 40,000 BLS						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
10	Se considera la ocurrencia de un incendio en el sistema de almacenamiento y que este envuelve al recipiente esférico TE-101, con capacidad de 40,000 bls, lo que propicia el desarrollo de una BLEVE (Explosión de vapores en expansión de líquidos en ebullición) de dicho recipiente la cual tiene lugar por la rápida expansión del líquido contenido y por la combustión rápida del GLP.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 561.86 m 12.5 kW/m ² : 1099.98 m 5.0 kW/m ² : 1769.37 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 3307.06 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6, II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9, II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible la observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Se considera que el recipiente impactado se encuentra al 25 % de su capacidad de total, es decir, almacena 1, 590,000 L de GLP en fase líquida a -15° C de temperatura y 2.5 kg/m ² . <u>Lo anterior se sustenta en el hecho de que el desarrollo de la BLEVE es más probable cuando el tanque está más vacío que lleno.</u>	Sobrepresión. 10.0 psi: 44.15 m 3.0 psi: 90.10 m 1.0 psi: 205.67 m	Sobrepresión 0.5 psi: 349.61 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Buque tanque gasero, Infraestructura telefónica, Propiedad de la SEMAR, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p., salinas Pichilingue, Terminal de usos múltiples 2 y la vialidad principal API. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Buque tanque, infraestructura telefónica, propiedad SEMAR, CEMEX (área de proceso), zona de tanques (planta de distribución) Salinas de Pichilingue, TUM 1 y 2, destacamento armada de México, Earth Ocean Farms, API BCS, Aduana, Terminal Trasbordadora, UABCS Campus Pichilingue, Club Hotel Cantamar Localidades: Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro Otros: Playa Pichilingue-Brujas y la Isla San Rafaelito.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Buque tanque.....235 m Infraestructura telefónica.....140 m Propiedad SEMAR.....242 m CEMEX (área de proceso).....95 m Zona de tanques (planta de distribución).....36 m Salinas de Pichilingue.....300 m TUM 2.....302 m TUM 1.....1275 m Destacamento armada de Méx....1700 m Earth Ocean Farms.....1670 m API BCS.....1650 m Aduana.....1550 m Terminal Trasbordadora.....1575 m UABCS Campus Pichilingue.....1340 m Club Hotel Cantamar.....1875 m Localidades:	
	a) Explosión del recipiente esférico por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe. b) Combustión de la masa contenida en el recipiente.					

					Puerto Pichilingue.....1571 m La Estela.....2017 m Playa El Tesoro.....1850 m Otros: Playa Pichilingue-Brujas..... 2321 m Isla de San Rafaelito.....2800 m	

RRELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

En el caso de explosión del recipiente esférico por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso

que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de choque la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque. En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Buque tanque	235 m	< 1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
Infraestructura telefónica	140 m	2.5 psi	Límite inferior de daño estructural serio.
Propiedad SEMAR	242 m	<1.47 psi	5% de daño al equipo del BTG.
CEMEX (Área de proceso)	95 m	4.43 psi	Falla de recipientes presurizados.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)	36 m	32.976 psi	Equipos 100% dañado.
Salinas de Pichilingue	300 m	<1.47 psi	Ninguno, dado que no se ubica ningún elemento estructural.
TUM 2	302 m	<1.47 psi	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción

El efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia, por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional. Por tanto a una distancia superior a los 200 m el daño sobre las estructuras y/o equipos irá disminuyendo desde daños estructurales menores y limitados hasta prácticamente no causar ningún impacto o daño sobre el elemento.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, solo al Norte se ubican las localidades de Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro, ubicadas a más de 1.5 km de la tangente del recipiente esférico, por tanto las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas, CEMEX, TUM 2 y la tripulación del buque tanque. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 205.67 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 349.61 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

En cuanto a los daños causados por radiación térmica causada por la bola de fuego cabe destacar que de acuerdo a bibliografía no se registran efectos de la radiación calórica incidente sobre equipos y/o materiales por debajo de los 10 kW/m² y que se requiere de un flujo de radiación superior a 12.6 kW/m² para causar incendios secundarios en edificaciones y un flujo superior a 37.5 kW/m² para plantas de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables. En este sentido la dosis de radiación generada por la bola de fuego equivalente a 37.5 kW/m² comprende un radio de 561.86 m, en donde se encuentran las instalaciones de: Diesgas (Planta de distribución y proyecto), la Terminal de CEMEX, el BTG (si fuera el caso que se encontrara descargando), las infraestructura telefónica, las salinas de Pichilingue y la TUM 2 causando daños severos a equipos de proceso y estructuras, que incluiría la ignición de las superficies expuestas a la radiación, además del colapso de elementos estructurales. Es evidente que a este nivel de radiación existiría un 100% de letalidad para seres vivos, una vez que la radiación térmica producida por la bola de fuego se desplazará de forma radial desde la fuente que la origina causando la muerte de todo ser vivo (personas, flora y fauna) que se quede encerrado dentro del radio de dicha bola de fuego, es decir, todo aquello que se encuentre en un radio de 566.18 m del origen de la fuente. Cabe destacar dada la dinámica de la radiación térmica, la flora y fauna marina no se verá afectada por este efecto. Por su parte la radiación equivalente a 12.5 kW/m² se alcanzaría hasta un radio de 1099.98 m, en donde no se ubica ningún elemento estructural ni equipo de proceso, no obstante, en esta zona se tendría el desarrollo de incendios secundarios.

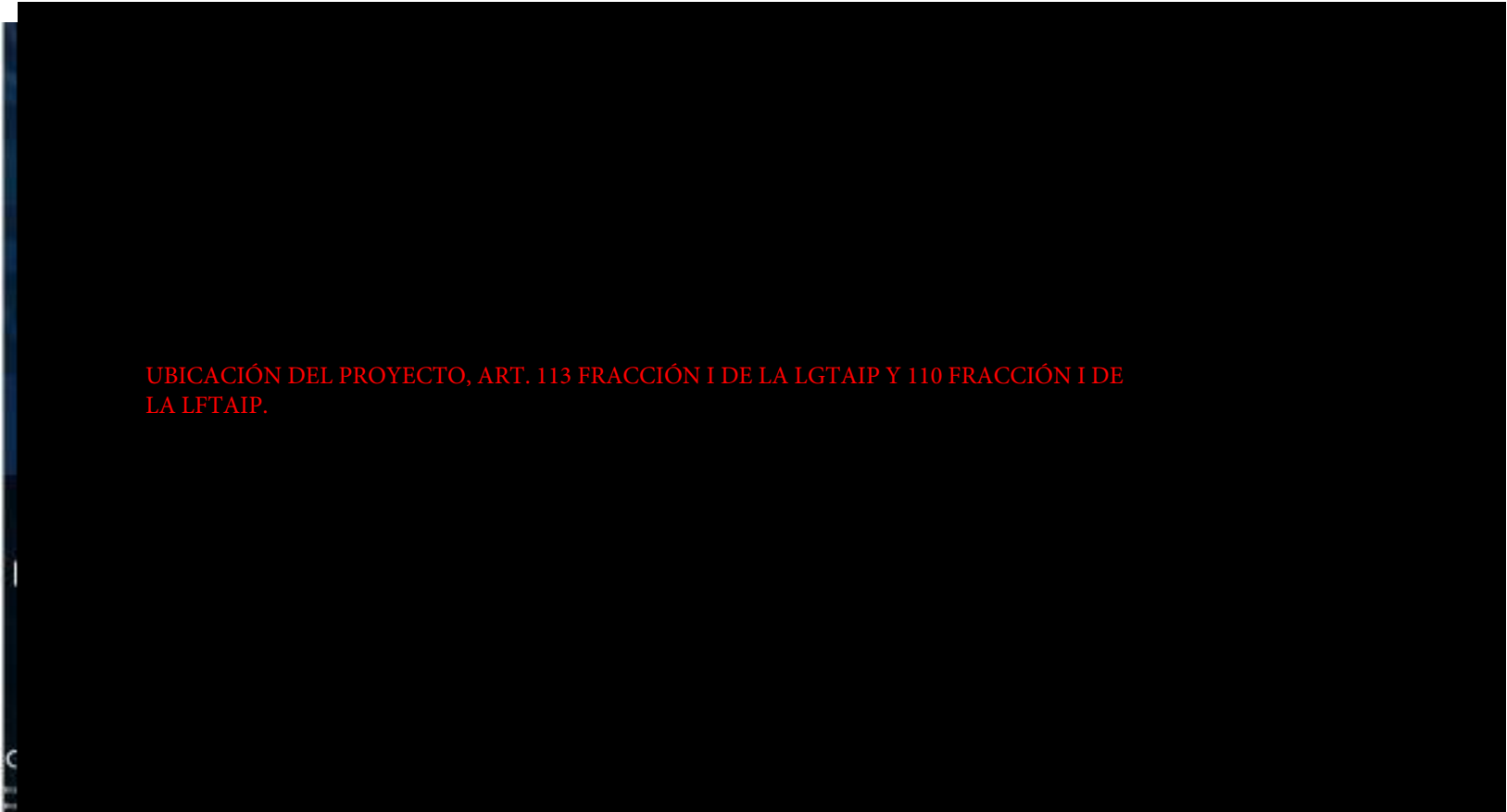
No obstante, de acuerdo a lo señalado en “*Methods for the determination of posible damage*” CPR 16E A.J. Roos. para que se presente la ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales se necesita un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. Y considerando que el tiempo de duración de la bola de fuego es de 25.7 s y que se contará con equipos y dispositivos que actuarían inmediatamente en caso de suscitarse el evento indeseado, se reduce la posibilidad de que esto suceda. Por tanto el hecho de que se desarrollen sucesos como la BLEVE de los recipientes presurizados de la planta de distribución de gas l.p. colindante al proyecto como la de los recipientes a bordo del BTG está sobreestimado debido a la corta duración de la bola de fuego de la BLEVE del evento primario y al tiempo de exposición al fuego, el cual se verá reducido por las medidas de mitigación con que cuenta cada uno de estas instalaciones y a la actuación oportuna de las agrupaciones de emergencia. Sin embargo, el análisis de las posibles interacciones de riesgo se desarrolló en el apartado II.2 de este capítulo para estimar este daño, observándose que los radios de afectación de mayor dimensionamiento serían los de la BLEVE del recipiente esférico, una vez que los radios de afectación de las BLEVES de los 12 recipientes horizontales con capacidad de 250 m³ de gas l.p. y el tanque de mayor capacidad a bordo del buque quedan confinados dentro de los radios de afectación de la BLEVE de la esfera.

En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 17 69.37 m (5.0 kW/m²), las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. En esta zona se encuentran las instalaciones de la TUM 1, el destacamento Armada de México, Earth Ocean Farms, API BCS, Aduana, Terminal

Trasbordadora, Universidad UABCS Campus Pichilingue, así como la localidad de Puerto Pichilingue (6 personas). Finalmente dentro del radio de 3307.06 m (1.4 kW/m^2) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta zona se encuentran el Club Hotel Cantamar, Playa Pichilingue-Brujas, La Isla de San Rafaelito y las localidades de la Estela (5 personas) y Playa El Tesoro (1 persona). Por lo que se puede decir que los efectos de la radiación calórica incidente sobre seres vivos están en función de la distancia a la que estos se encuentren del origen de la fuente.

De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (T=25.69 S)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m2) ⁴ /3 s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ⁴ /3 s	2.45	85.00	2539.59	2503.84
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ⁴ /3 s	5.51	250.00	1724.38	1671.28
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ⁴ /3 s	9.27	500.00	1344.65	1275.84
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ⁴ /3 s	26.21	2000.00	817.63	698.72



1.- Buque tanque gasero, 2.- Infraestructura telefónica, 3.- Propiedad SEMAR, 4.- CEMEX, 5.- Planta de Distribución de gas l.p., 6.- Salinas de Pichilingue, 7.- TUM 1, 8.- TUM 2 9.- Destacamento Armado de México, 10.- Earth Oceanic Farms, 11.- API BSC, 12.- Aduana, 13.- Terminal Trasbordadora, 14.- UABCS Campus Pichilingue, 15.- Hotel Club Cantamar, 16.- Localidad Puerto Pichilingue, 17.- Localidad La Estela, 18.- Localidad Playa El Tesoro, 19.- Playa Pichilingue-Brujas, 20.- Isla Sn. Rafaelito.

Dado que , la zona presenta características ecológicas relevantes ya que está inmersa en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: *AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur*, además se ubica dentro del *Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz*, en el *área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo*, asimismo el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra), estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, reglas administrativas, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, son áreas consideradas como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente. Pueden ser vulnerables al impacto humano, por lo que durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros, para el proyecto específicamente serán enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas, sin embargo, cabe mencionar que debido a la dinámica de la radiación térmica, la flora y fauna marina no se vería afectada por la por radiación térmica causada por la bola de fuego.

A continuación se muestran la representación de los radios de afectación por la radiación térmica originada por la bola de fuego (afectación de mayor dimensionamiento/ evento catastrófico) sobre cada uno de los sitios de importancia ambiental, en donde se puede concluir que el AICA 93 Ensenada La Paz y la Región Marina Prioritaria quedan dentro de las zonas de alto riesgo. Con respecto al área de Protección de Flora y Fauna Balandra la zona de alto riesgo equivalente a 5.0 kW/m² incide en la Zona de Amortiguamiento, Sub-zona de Uso Tradicional Ensenada Falsa de dicha área.

No obstante, cabe destacar que la mayoría de los humedales del Sitio Ramsar Humedales El Mogote – Ensenada La Paz quedan fuera de las zonas de alto riesgo, solo la Unidad Pichilingue y Salinas de Pichilingue queda dentro de la zona de alto riesgo equivalente a 5.0 kW/m². Asimismo, el Sitio Ramsar Balandra queda fuera de las zonas de alto riesgo.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Limitación de presión excesiva. Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. La presión de apertura de estas válvulas será como mínimo la presión de diseño y para su calibración; se acepta una variación de 10% arriba de dicho valor. La presión de cierre debe ser la presión de inicio de apertura; se acepta una variación de 10% abajo de dicho valor. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibras a la presión de diseño (5.35 kg/cm²). $Q = 4704.70 \text{ m}^3/\text{min} = 166,150.8 \text{ SCFM}$. Además el recipiente contará con: 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515 y 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664 2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. el recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado. 3. Válvulas de corte primarias. Tanto en el casquete superior como inferior se colocaran válvulas de corte primarias, las válvulas de bola contarán con actuador neumático. 4. Aislamiento térmico de recipientes. Se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados. 5. Muro de contención de derrames. Si bien se ha considerado un muro de contención de derrames, cabe mencionar que de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo. 6. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. 7. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área de almacenamiento. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 8. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios. Además de que una vez que los recipientes lo requieran (5 y 10 años, respectivamente) serán sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando, de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002	1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410. En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM. 2. Extintores manuales de PQS. En esta área habrá 6 extintores manuales con capacidad de 9 kg cada uno. 3. Extintor de carretilla. Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco clase ABC. 4. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno que cubrirán perfectamente el recipiente. 5. Un hidrante con capacidad de 950 LPM cercano al área de almacenamiento. 6. Sistema de alarma. Se contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación esta operará con una corriente eléctrica CA 127 V. 7. Comunicación. Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. 8. Respuestas de control.- Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal estará capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010. 9. Plan de Atención a Contingencias. Dentro de la planta se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten: - Desalojo del personal. - Operación de válvulas. - Operación de apoyo con extintores. - Dar la señal de alarma - Desconexión de la energía eléctrica - Dar aviso a las autoridades - Ataque a las zonas de fuego

No.	Evento simulado	SISTEMA DE RELICUADO				
		Radios de afectación		Componente Ambiental	Distanciamiento (m) a los	Efecto causado sobre el
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento	y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Componente Ambiental
11	Si debido a sobrepresión causada por obstrucción en la tubería de gas vapor se podría presentar una fuga de gas l.p. a través de la conexión bridada de la tubería de gas vapor con el condensador recibidor.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.72 m 12.5 kW/m ² : 5.03 m 5.0 kW/m ² : 8.01 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 14.90 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Infraestructura telefónica.....119 m CEMEX (área de proceso)...128 m Zona de tanques (planta de distribución).....45 m Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano: Esfera.....12 m Bombas e intercambiadores...8 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.			Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible l347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.		
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.			Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.		
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	Sobrepresión. 10.0 psi: 20.84 m 3.0 psi: 42.52 m 1.0 psi: 97.07 m	Sobrepresión 0.5 psi: 165.01 m	Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Cuarto del SCD.		

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través la conexión bridada de la tubería de gas vapor con el condensador recibidor alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.00 m hasta 2.71 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.00 m hasta los 4.37 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generadas por el dardo de fuego equivalentes a 37.5 y 12.5 kW/m² no afectarían a otros equipos cercanos sistema de re licuado, no obstante, se tendría el desarrollo de incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 8.01 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado, a este nivel quedaría expuesto el personal del SCD. Finalmente dentro de un radio de 14.90 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica		119 m	0.811 psi	Daño estructural menor.
CEMEX (Área de proceso)		128 m	0.741 psi	Menos del 1% de daño al equipo de proceso.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)		45 m	3.082 psi	50% de daño al equipo de proceso.
Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera	12 m	41.06 psi	Equipo 100% dañado.
	Bombas e intercambiadores	8 m	120.75 psi	Equipo 100% dañado.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diegas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 97.07 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 165.01 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Este sistema de re-licuado estará integrado por dos paquetes de condensación independientes, contruidos con las mismas características y especificaciones, los cuales son capaces de mantener las condiciones óptimas de la esfera. 2. El sistema contará con una válvula de control de nivel (LV-101) compartida entre los dos paquetes. 3. Este sistema contará con instrumentación de protección para un control total por parte del operador. 4. trasmisor (PT-101) ubicado en la línea de succión del paquete asignado para la operación; la presión a su vez definirá la capacidad de operación del compresor, al 100%, 75%, 50% o 0%, según se requiera, a través de las válvulas selenoides ubicadas en el compresor (SV-101, SV-102, SV-103) 5. En la parte superior del condensador-recibidor se encuentra una válvula de purga de gases inertes (PV101), la cual es activada al tener un incremento anormal en la presión, ocasionado por los gases incondensables que se encuentran mezclados con el gas l.p.; de esta forma se evita que disminuya la capacidad del condensador. 6. Adicional a la válvula de expansión (LV101) que es compartida entre ambos paquetes, se ha previsto una válvula de expansión abrirá gradualmente; el gas l.p. en fase líquida a 13 kg/cm² pasará a través de la válvula, logrando así llevar el gas l.p en fase líquida a una presión entre 2 kg/cm² y 2.5 kg/cm²; este líquido es alimentado nuevamente a la esfera. Adicional a la válvula de expansión automática, habrá una válvula de expansión manual, como medida de seguridad en la operación. 7. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 8. Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	1. El sistema de relicuado estará protegido por un sistema de rociado integrado por 8 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

ÁREA DE BOMBAS.						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental	Distanciamiento (m) a los	Efecto causado sobre el
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento	y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	
12	Fuga de gas LP en el área de bombas por falla de sello mecánico de la bomba Blackmer LGL -4E, diámetro equivalente de fuga ¼", tiempo de respuesta 30 minutos. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m³ Flujo de 1260 kg/hr	Radiación térmica.		Componente ambiental:	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
		37.5 kW/m²: 3.07 m		Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación.		
		12.5 kW/m²: 5.24 m	Radiación térmica.	En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras.		
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.	5.0 kW/m²: 8.14 m	1.4 kW/m²:	Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8		
			15.00 m	Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11		
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.	Sobrepresión.		Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a:	
		10.0 psi: 30.09 m	Sobrepresión		Infraestructura telefónica.....110 m	
		3.0 psi: 61.41 m	0.5 psi:		CEMEX (área de proceso)...135 m	
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.	1.0 psi: 140.18 m	238.28 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión:	Zona de tanques (planta de distribución).....20 m	
				Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.	Propiedad de la marina.....223 m	
			Zonas externas vulnerables por radiación térmica:	Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano:		
			Intercambiadores de calor.	Esfera.....7 m		
				Intercambiadores de calor.....2 m		
				Sistema de re-licuado.....8 m		
				Patín de medición..... 50 m		

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba alcanzará el 0.5L.I.I desde 1.60 m hasta los 4.63 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 solo afectarían a los intercambiadores de calor, además de presentarse incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 8.14 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 14.90 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, a este nivel quedaría expuesto el personal del SCD. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de sobrepresión la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica		110 m	1.408 psi	Ligera distorsión de la estructura.
CEMEX (Área de proceso)		135 m	1.103 psi	Falla en conexiones.
Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³)		20 m	23.28 psi	Equipo 100% dañado.
Propiedad de la marina		223 m	<0.64 psi	Daño estructural menor y limitado.
Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera	7 m	323.132 psi	Equipo 100% dañado.
	Intercambiadores de calor	2 m	>463.20 psi	Equipo 100% dañado.
	Sistema de re-licuado	8 m	253.098 psi	Equipo 100% dañado.
	Patín de medición	50 m	4.11 psi	Falla en recipientes metálicos.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 140.18 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 238.28 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La bomba Blackmer LGDL4 es un equipo de desplazamiento positivo, por lo tanto, se colocarán una válvula Bypass. La válvula Bypass seleccionada para este sistema será marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 LPM, por lo que holgadamente protege la bomba. 2. Esta válvula Bypass estará calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm², que es mayor a la presión diferencial necesaria para llenar los tanques de almacenamiento de la planta adyacente, pero menor que la máxima que soporta la bomba que es 7.02 kg/cm², garantizando así que proteja la bomba y que no se abra la válvula de alivio interna. 3. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 4. Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	1. El área de intercambiadores y bombas estará protegido por un sistema de rociado integrado por 6 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor manual de PQS 5. Un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

No.	Evento simulado	ÁREA DE BOMBAS.		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Radios de afectación				
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
13	Ruptura de la línea de succión por flexión y degollamiento, se considera que actúa la válvula de exceso de flujo. La ruptura se entre la válvula de cierre de emergencia que se encuentra en la línea de líquido y la válvula de bola recta que precede al filtro de paso. Por tanto la cantidad de gas l.p. fugado será la que quede atrapada en el segmento de tubería ubicada entre estas dos válvulas. La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 1.94 kg/m ³ Flujo de 2400 l/min	Sobrepresión. 10.0 psi: 19.46 m 3.0 psi: 39.70 m 1.0 psi: 90.63 m	Sobrepresión 0.5 psi: 154.06 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible 1347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma. Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra) Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Infraestructura telefónica.....110 m CEMEX (área de proceso)...135 m Zona de tanques (planta de distribución).....30 m Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano: Esfera.....7 m Intercambiadores de calor.....2 m Sistema de re-licuado.....8 m Patín de medición..... 50 m	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	La fuga se comportaría como una emisión instantánea PUFF. a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. b) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. Ruptura de la línea de succión por flexión y degollamiento alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde el origen hasta 7.47 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde el origen hasta los 13.07 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de sobrepresión la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica CEMEX (Área de proceso) Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m³)		110 m	0.808 psi	Daño menor a estructuras. Daño menor a equipos. Falla catastrófica en recipientes horizontales presurizados.
		135 m	0.628 psi	
		20 m	9.48 psi	
Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera	7 m	135.642 psi	Equipo 100% dañado.
	Intercambiadores de calor	2 m	>198.39 psi	Equipo 100% dañado.
	Sistema de re-licuado	8 m	104.268 psi	Equipo 100% dañado.
	Patín de medición	50 m	2.16 psi	Daño menor a equipos.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diegas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 90.63 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 154.06 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
	Suspensión de actividades de operación.
	Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
	Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas.
	En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. La bomba Blackmer LGDL4 es un equipo de desplazamiento positivo, por lo tanto, se colocarán una válvula Bypass. La válvula Bypass seleccionada para este sistema será marca Blackmer, modelo BV2 de 2" y un flujo máximo de 833 LPM, por lo que holgadamente protege la bomba. 2. Esta válvula Bypass estará calibrada a una presión diferencial de 5.5 kg/cm², que es mayor a la presión diferencial necesaria para llenar los tanques de almacenamiento de la planta adyacente, pero menor que la máxima que soporta la bomba que es 7.02 kg/cm², garantizando así que proteja la bomba y que no se abra la válvula de alivio interna. 3. Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. 4. Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	1. El área de intercambiadores y bombas estará protegido por un sistema de rociado integrado por 6 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. 2. Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno 3. Un hidrante con capacidad de 950 LPM 4. Un extintor manual de PQS 5. Un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

INTERCAMBIADORES DE CALOR.						
No.	Evento simulado	Radios de afectación		Componente Ambiental y/o Zonas Vulnerables presentes dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zonas de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
14	Si debido a una mayor presión de descarga en las bombas y/o bien por falta de alineación en las válvulas de globo a la salida del intercambiador de calor (calentador), se tuviera un mayor flujo de GLP, esto ocasionaría una sobrepresión sobre válvulas de globo rectas, o bien, fuga en instrumentos o en la línea interna del intercambiador. Se considera un diámetro de fuga equivalente a ¼". Tiempo de respuesta 10 minutos.	Radiación térmica. 37.5 kW/m ² : 2.95 m 12.5 kW/m ² : 5.18 m 5.0 kW/m ² : 8.11 m	Radiación térmica. 1.4 kW/m ² : 15.00 m	Componente ambiental: Atmósfera, Paisaje, suelo y vegetación. En cuanto a vegetación se tiene que este es del tipo Matorral Xerófilo, reducida a pequeños arbustos y herbáceas, representativos de zonas costeras. Flora terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.6 , II.3.7 y II.3.8 Fauna: terrestre y marítima presente en el área del proyecto y en el S.A. Ver tablas II.3.9 , II.3.10 y II.3.11 Es importante indicar que por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible I347 observación de especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo indicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo; <i>Larus livens</i> (gaviota pata amarilla), y <i>Mammillaria albicans</i> (biznaga) ambas catalogadas de protección especial (Pr), en el área del proyecto no se registraron especies reguladas por la citada norma.	El SA está inmerso en regiones como; el Sitio RAMSAR Humedal Mogote-Ensenada de La Paz, el AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No. 10. Complejo Insular de Baja California Sur y en la Zona de Influencia del Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Asimismo, el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra)	Radiación térmica. (Efecto radial) Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	La condiciones del fluido son: Temperatura: -15°C y presión 12.3 kg/m ³ Flujo de 800 L/min.	Sobrepresión. 10.0 psi: 20.89 m 3.0 psi: 42.63 m 1.0 psi: 97.32 m	Sobrepresión 0.5 psi: 165.42 m	Zonas externas vulnerables por sobrepresión: Infraestructura telefónica, Terminal CEMEX (proceso), infraestructura del Sistema de Almtto (proyecto), planta de distribución de gas l.p. Zonas externas vulnerables por radiación térmica: Bombas de trasiego de gas l.p.	Distancias aproximadas medidas del origen del evento a: Infraestructura telefónica.....110 m CEMEX (área de proceso)...135 m Zona de tanques (planta de distribución).....23 m Infraestructura del proyecto. Equipo más cercano: Esfera.....7 m Bombas de gas l.p.....2 m Sistema de re-licuado.....8 m Patín de medición..... 50 m	
	a) Lllamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.					
	b) Dardo de fuego, causado por la ignición de la emisión de chorro horizontal.					
	c) Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La emisión de gases de combustión ocasionadas por el flash fire afectarían a la atmósfera, en tanto que el contacto directo con de la flama provocaría quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas a quien se encuentre dentro de ella. No obstante debido a que este fenómeno de **la llamarada tiene una corta duración, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube, **no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**. No obstante se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

La nube de gas formada por la fuga de GLP debida a la fuga de gas l.p. a través de las válvulas de globo rectas, o bien, fuga en instrumentos de la línea interna del intercambiador alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 2.01 m hasta 2.68 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5L.I.I. se alcanzará desde 1.66 m hasta los 5.27 m, provocando graves daños a equipos en dirección del viento.

Por su parte las dosis de radiación generada por el dardo de fuego equivalente a 37.5 solo afectarían a las bombas de trasiego de gas l.p., además de presentarse incendios secundarios en esta zona. En tanto que los efectos de la radiación calórica incidente sobre personas se tiene que hasta un radio de 8.11 m (5.0 kW/m²) las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Finalmente dentro de un radio de 15.0 (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En cuanto a la flora y fauna no se prevén daños dentro de estos radios de afectación, una vez que estos quedarían confinados dentro del predio destinado para las operaciones del Sistema de Almacenamiento de gas l.p.

En caso de explosión se tendría la proyección de fragmentos, emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectarían el componente atmósfera. Asimismo, la onda de choque causaría daños a seres vivos (personas, flora y fauna), instalaciones y/o equipos de proceso que se encuentren a su paso, sin embargo, dichos daños estarán en función de la distancia a la que se encuentren del origen de la explosión. Debido a la dinámica de la onda de sobrepresión la flora y fauna marina no se verá afectada por la onda de choque.

En cuanto a zonas vulnerables se esperarían los siguientes daños:

Infraestructura telefónica CEMEX (Área de proceso) Planta de distribución de gas l.p (zona de tanques de 250 m ³) Infraestructura del proyecto (equipo más cercano del origen del evento)	Esfera Bombas Sistema de re-licuado Patín de medición	110 m	1.408 psi	Ligera distorsión de la estructura.
		135 m	1.103 psi	Falla en conexiones.
		23 m	23.28 psi	Equipo 100% dañado.
		7 m	323.132 psi	Equipo 100% dañado.
		2 m	>463.20 psi	Equipo 100% dañado.
		8 m	253.098 psi	Equipo 100% dañado.
		50 m	4.11 psi	Falla en recipientes metálicos.

Por otra parte, cabe recordar que en la zona del proyecto no se ubican grandes asentamientos humanos, una vez que el más cercano se ubica a 1.468 km, medidos del límite del predio, dicha localidad se trata del Puerto de Pichilingue con una población total de 6 personas, de acuerdo a lo reportado por el INEGI, por tanto, las personas afectadas por la onda de sobrepresión de este evento serían los empleados que laboran en ambas instalaciones de Diesgas y el personal de CEMEX. Es decir, las personas que se encuentre en un radio de 97.32 m podrían sufrir lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Las personas que se encuentren de pie o caminando hasta una distancia de 165.42 m pueden caer por la onda de sobrepresión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
☞ Suspensión de actividades de operación. ☞ Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. ☞ Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos y reconstrucción de las instalaciones dañadas. ☞ En caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación, la empresa cuenta con una garantía que subsidia los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que se viera afectada.	

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
- Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos en el área. Se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo. Integrado por un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego. - Programas de mantenimiento preventivo. La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas todos los equipos, válvulas en instrumentos que conformarán el Sistema de Almacenamiento.	- El área de intercambiadores y bombas estará protegido por un sistema de rociado integrado por 6 boquillas rociadoras, marca Spraying System Co. S! ½" H-HD4410, con un gasto de 125 LPM, las cuales serán operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma. - Cuatro monitores con capacidad de 950 LPM cada uno - Un hidrante con capacidad de 950 LPM - Un extintor manual de PQS - Un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**“SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO”**

CAPÍTULO III.

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

CARRETERA A PICHILINGUE KM. 18 DENTRO DEL RECINTO PORTUARIO DEL PUERTO COMERCIAL
PICHILINGUE, C.P. 23208, MUNICIPIO DE LA PAZ, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Recomendaciones generales:

1. Inspección y supervisión por parte del personal de la Planta y buque tanque durante las operaciones de atraque del buque y trasiego de gas l.p., con la finalidad de verificar que se lleven a cabo los procedimientos operativos establecidos para realizar estas operaciones.
2. Elaborar un Plan de Respuesta a Emergencias.
3. Elaborar procedimiento operativo para la carga y descarga de gas l.p de la esfera.
4. Contar con una Memoria del sistema de protección mecánica, la cual deberá incluir:
 - a) *El tipo de recubrimiento anticorrosivo.*
 - b) *La información técnica del recubrimiento anticorrosivo referente a las especificaciones, el control de calidad y la evaluación del laboratorio acreditado de acuerdo a la LFMN.*
 - c) *El procedimiento de aplicación, que incluya la preparación de la superficie, aplicación de primario, enlace y acabado.*
 - d) *Las actividades de inspección; antes, durante y después de aplicado el sistema.*
6. Una vez que la instalación se encuentre en operaciones deberá realizar auditorías de seguridad de manera anual.
7. Verificar el Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) del Sistema.
8. El diseño y operación del Sistema de Control Distribuido (SCD) deberá de ajustarse a lo señalado en la NOM-015-SECRE-2013. Este deberá permitir una operación adecuada y supervisada mediante el empleo de equipo de cómputo y la automatización de secuencias operativas con lo que se incremente sustancialmente el nivel de seguridad.
9. En la planta se deberán colocar en lugares visibles señalamientos que indiquen la ubicación de los controles de los sistemas PDE y la forma de operarlos.
10. Los puntos de ajuste de alarma y disparo deben de estar por debajo de las presiones máximas permisibles de trabajo de las líneas y equipos.
11. Asegurar que las válvulas de desfogue veyteen a un lugar seguro lejos de las fuentes de ignición y del personal.
12. Los activadores manuales deben estar ubicados a una distancia mínima de 15 m del equipo que sirven, en áreas accesibles durante una emergencia, y su función designada debe estar claramente indicada.
13. Se debe prever la posibilidad de crecimiento futuro de las instalaciones, tanto en su capacidad como en las mejoras tecnológicas.

Descarga de Gas L.P. del BTG. Línea de recepción (manguera marina y tubería sumergida/enterrada/terrestre)

1. Analizar la posibilidad de instalar en la manguera de descarga un Sistema de Paro de Emergencia (PDE) y un sistema de Desconexión Rápida de Emergencia (DRE).
2. Deberá disponer de un sistema de comunicaciones para mantener contacto con el personal del buque y de la planta responsable de llevar a cabo la conexión, trasiego y recepción de gas l.p. Están permitidas las comunicaciones por teléfono, altavoces, radio o señales luminosas.
3. El personal responsable de llevar a cabo las operaciones de trasiego de gas l.p. buque-planta, deberá verificar que antes de realizar la conexión con la manguera se conecte a la embarcación el cable para corrientes parásitas, y este deberá permanecer conectado hasta que la manguera de descarga sea desconectada.
4. Cuidar que la manguera no roce con extremos filosos de la cubierta, o sea arrastrada por superficies calientes y evitar que esta se tuerza o se doble a un radio inferior al recomendado por el fabricante. Asimismo, deberá vigilar el tiempo de vida útil de la manguera, según proveedor. En promedio se considera que este es de 7 años.
5. Aplicar un recubrimiento anticorrosivo para la protección contra la corrosión atmosférica de soportes, tuberías y accesorios instalados de forma superficial, específicamente a los soportes metálicos sobre los que se encuentra la línea de recepción (terrestre), mientras que a los soportes de concreto se les deberá verificar la profundidad de la cimentación y rellenar de manera uniforme para no perder estabilidad.
6. Vigilar el tiempo de vida útil de la protección catódica (cada 5 años) y realizar las mediciones de potencial cada año o en un periodo que no exceda 15 meses.
7. Aplicar el control de corrosión externa de conformidad con lo especificado en la NOM-003-SECRE-2011, Apéndice II, o en aquella que la sustituya, mediante la aplicación de recubrimientos anticorrosivos y sistemas de protección catódica, con la finalidad de tener la tubería de acero enterrada y la sumergida en buenas condiciones de operación y segura.
8. En el sistema de descarga de buque tanque deberá incluir válvulas de corte para emergencia y éstas deben incorporar los siguientes medios de cierre: a) Corte/apagado manual en la ubicación de la instalación. b) Activación manual desde un punto que sea accesible durante una emergencia.
9. Analizar la posibilidad de colocar una válvula de acción remota en la línea de recepción la cual pueda operarse de manera manual. De igual forma, se recomienda considerar una válvula para el purgado seguro de GLP previo a la desconexión con el buque tanque.
10. La ubicación de tuberías submarinas debe identificarse en los planos de ingeniería correspondientes del Sistema de almacenamiento, de conformidad con la regulación local vigente en la materia.
11. Colocar enchaquetado aislante a la tubería de recepción ya que conforme a la memoria técnica la tubería se encuentra diseñada para una temperatura de -6 °C.
12. Considerar la viabilidad de instalar al menos un hidrante en la bahía donde se encuentra la línea de recepción de GLP, así como extintores portátiles de PQS, una vez que en esta área no se cuenta con equipo suficiente y adecuado para la atención de una emergencia.

En el Recepción y Medición de Gas L.P. (Patín de medición)

1. Se sugiere la instalación de una válvula reguladora de flujo y presión con actuador eléctrico.
2. Conforme a lo solicitado en el punto 2.5.4.3 de la NOM-015-SECRE-2013 los accesorios de monitoreo de variables (flujo, densidad, temperatura y presión) deberán ser registradas en el cuarto de control.
3. Realizar la calibración de las válvulas de relevo hidrostático conforme al manejo de GLP semi-refrigerado.

En almacenamiento:

1. Acoplar interruptor de nivel máximo y mínimo al medidor de nivel tipo radar modelo Rosemount 5900S.
2. El sistema de almacenamiento deberá de tener un recubrimiento anticorrosivo el cual deberá ser monitoreado, de conformidad con los puntos 2.6.12.2 y 6.9.1 de la NOM-015-SECRE-2013.
3. Los soportes de la esfera de almacenamiento deberán esfera protegidos con protección ignífuga, de conformidad con el punto 2.8.4.4 de la NOM-015-SECRE-2013,
4. Las válvulas de corte deberán tener indicación de la posición a la cual se encuentra la válvula, de conformidad con el punto 2.5.2.7.3 de la NOM-015-SECRE-2013
5. Calibración de las válvulas de seguridad conforme al manejo de GLP semi-refrigerado.

Bombas.

1. Indicadores/transmisores de presión y temperatura.
2. Se sugieren medidores de flujo a la descarga de las bombas.
3. Las bombas a instalar deberán cumplir con las especificaciones señaladas en el punto 2.5.3.2, 2.11.5 o 2.11.6, así como el 2.11.8 de la NOM-015-SECRE-2013.
4. Paro automático para cumplir con la especificación del punto 2.5.3.1, 2.11.5 o 2.11.6, así como el 2.11.8 de la NOM-015-SECRE-2013.

III.1.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto cuenta con acceso de camino consolidado para el tránsito seguro de los vehículos particulares y de emergencia que pudieran ingresar a las instalaciones. Contará además con la nivelación suficiente para el desalojo de las aguas pluviales. Cabe mencionar que no existirán líneas de alta tensión que crucen el predio ni en forma aérea ni por ductos bajo tierra. Además el área donde se pretende desarrollar el proyecto no se encuentra en zonas susceptible a deslaves.

Todos los materiales empleados en la construcción de la obra civil estarán regulados por la normatividad vigente, en tal forma que se trata de materiales no combustibles y la distribución de las construcciones obedece a lo establecido en la NOM-015-SECRE-2013 en su apartado 2.3 referente al requerimiento de distancias mínimas

A continuación se describe cada uno de los elementos con los que contará la planta para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Esta planta contará con un recipiente de almacenamiento esférico del tipo E y cumplirá con las condiciones de diseño establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, de acuerdo a lo indicado en la Memoria de Cálculo, Diseño Mecánico y Estructura [MCE-18W13-01](#) y al plano [PHC-DG-MCE-001](#).

De acuerdo a la normatividad aplicable se establece que cuando un recipiente a presión previamente utilizado vaya a reubicarse o a usarse para el almacenamiento de GLP, es necesario que cuente con el dictamen que acredite el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Recipientes para Contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, o con aquella que la sustituya, y debe ser evaluado, previo a su instalación, de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., o con aquella que la sustituya.

En el caso específico del recipiente de almacenamiento a utilizarse, no es de reuso, ya que este se armará por primera vez, sin embargo, se realizarán pruebas de espesores de sus placas antes de colocarlas. Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realizará la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Se ha considerado un muro de contención de derrames/muro de protección para el recipiente esférico, que consiste en un murete de concreto de 0.60 metros de altura. Para mayor detalle consultar plano [PCH-DG-CIV-010](#), cuya misión fundamental es la de retener un derrame accidental del contenido del recipiente existente en su interior, para evitar la propagación de incendios por la sustancia derramada. No obstante, de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo.

Para cubrir el requerimiento de desfogue de la esfera, se colocarán 6 ensambles de Múltiples Multiport® Marca REGO modelo A8574AG 4" – 300# de conformidad con el punto 6.1.7.3 de la NOM-009-SESH-2011 "Recipientes a presión", los recipientes tipo "E" que señala que estos deben de ser provistos de boquillas para la colocación de válvulas de relevo de presión. Las boquillas a colocarse serán marca REGO modelo A3149 las cuales serán calibradas a la presión de diseño (5.35 kg/cm²).

Por tanto, la capacidad mínima de la válvula o conjunto de válvulas de relevo de presión requeridas será de 4704.70 m³/min = 166,150.8 SCFM.

Además el recipiente contará con:

- 2 transmisores de presión marca Emerson modelo 30515.
- 2 transmisores de temperatura marca Emerson modelo 664.

El recipiente esférico contará con un medidor de nivel tipo radar marca Emerson modelo ROSEMONT 5900S. El equipo ROSEMONT 5900S está equipado con dos radares para una medición independiente de nivel y de sobre llenado. El nivel máximo de llenado de la esfera será de correspondiente al 85% de su capacidad.

Se establece como el nivel máximo de llenado el 85% de la capacidad total del recipiente de almacenamiento.

Asimismo, en el casquete inferior de la esfera se colocarán válvulas de corte primarias de la siguiente forma:

- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 6" marca Walworth. (Entrada y salida de gas líquido)
- 2 válvulas de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea equipo de licuefacción).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 6" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada y salida de gas líquido).
- 2 válvulas de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Entrada de retorno de gas líquido y entrada de línea de equipo de licuefacción).

En el casquete superior de la esfera se colocarán válvulas de corte primario de la siguiente forma:

- 1 válvula de compuerta bridada clase 300# de 4" marca Walworth. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).
- 1 válvula de bola con actuador neumático de 4" marca Worchester modelo F-302 a prueba de fuego. (Salida de gas vapor línea de succión sistema de licuefacción).

Cabe destacar que a la salida de los tanques de almacenamiento se tendrán instaladas válvulas internas, las cuales controlarán la entrada y salida del gas al recipiente de almacenamiento y estarán operadas mediante un sistema neumático-eléctrico, en forma tal que se operarán a control remoto para cerrar en forma muy segura desde varios puntos de disparo localizadas. Las válvulas internas, cumplen con las operaciones siguientes: en caso de daños en las tuberías, la fuga hace que la válvula interna por exceso de gasto cierre impidiendo la salida de gas de los tanques de almacenamiento sin

la intervención de ninguna persona ya que ocurre en forma automática. Existe además la posibilidad de cerrar estas válvulas internas usando los accionadores remotos, lo cual además de cerrar el recipiente, interrumpe toda la operación, pudiéndose volver a operar una vez que se corrigió la anomalía.

El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro. El rociado operará colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410.

El tanque se encontrará protegido mediante sistema de diluvio o sistema de aspersión de agua, cuatro monitores y un hidrante.

Sistema de diluvio

Para el diseño del sistema de diluvio se ha considerado:

$$\begin{aligned} Q &= (S \times 10) + (4 \times 1900) = (1,686.56 \times 10) + (7,600) &&= 24,465 \text{ LPM} \\ &&&= 24.465 \text{ m}^3/\text{min} \\ &&&= 0.407 \text{ m}^3/\text{seg} \end{aligned}$$

Este es el flujo máximo con el sistema de aspersión funcionando al 100% de su capacidad y con los cuatro monitores funcionando, sin embargo, la NOM-015-SECRE-2013, nos permite que el agua sea aplicada en la parte superior del recipiente y que el agua escurra, por lo que para fines de cálculo solo se tomara en cuenta el flujo para el funcionamiento del cono superior más el funcionamiento para los anillos 1 y 2.

El modelo del rociador del cono superior será de la marca Spraying Systems Co. Modelo S2 ½" H-70W, con un gasto de 850 LPM.

En el anillo 1 se tendrán instalados 19 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

En el anillo 2 se tendrán instalados 38 rociadores de la marca Spraying Systems Co. Modelo S1 ½" HD4410, con un gasto de 125 LPM.

Según el proyecto mecánico (PCH-DG-MCE-001H1) se ha considerado aislamiento térmico para la esfera, el cual será del tipo y espesor apropiado para las condiciones climáticas esperadas asegurando que se obtenga la temperatura interna. Dicho aislamiento será diseñado e instalado por personal calificado de acuerdo a especificaciones y procedimientos previamente aprobados.

En general, las instalaciones de almacenamiento de GLP estarán provistas de un sistema de agua contra incendios. Para el diseño del sistema de agua contra incendios se ha apegado a lo establecido en las disposiciones 2.9.4.2 a 2.9.4.21 de la NOM-015-SECRE-2013.

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

1. Tanque de almacenamiento de agua de 1,000 m³, el cual se ha calculado de manera que se cuente con la cantidad de agua que se requiera para enfriar el tanque (único) al que se esté protegiendo, más la capacidad de reserva para tres flujos de enfriamiento adicionales de 950 litros por minuto por un tiempo mínimo de cuatro horas. Por lo que se cumple de manera satisfactoria con la capacidad mínima de almacenamiento de agua. Dicho tanque será del tipo atmosférico, de techo fijo, con venteo y recubrimiento interno, en su caso. La localización del tanque de almacenamiento de agua contra incendios, será de tal forma que no esté expuesto al fuego ni en zona de riesgo donde pudiera afectarse su integridad.
2. Caseta de máquinas construida con dimensiones en planta de 14.0 x 10.0 m y altura de 2.50 m, contará con acceso para maquinaria y/o personal. Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:
 - Una bomba con motor de combustión de 600 HP y gasto de 16,865 LPM a 7.5 kg/cm²
 - Una bomba con motor eléctrico de 600 H.P. y gasto de 18,000 LPM a 7.5 kg/cm²

Asimismo, se contará con una bomba de presurización (jockey), con capacidad de 1060 LPM y 5 HP, la cual se encargará de mantener presionada la red en forma automática y en caso de que se presente una emergencia o de que exista una mayor demanda de agua en la red, entrarán de forma automática la bomba de combustión interna.

3. Red distribuidora construida con tubo de PVC para 11.2 kg/cm²; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 kg/cm². Esta tubería se instaló subterránea a una profundidad de 1.50 metros; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 355 mm de diámetro.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes: Cuatro monitores, un hidrante y el sistema de riego por aspersión para el tanque de almacenamiento.

Asimismo, el sistema de re-licuado, intercambiadores de calor y bombas y el patín de medición estará protegido por un sistema de rociado integrado por boquillas rociadoras, operadas eléctricamente y programadas para cubrir únicamente el área donde se produzca la alarma.

Rociador	Sistema de re-licuado	Intercambiadores de calor y bombas	Patín de medición.
Marca	Spraying System Co.	Spraying System Co.	Spraying System Co.
Modelo	S1 ½" H-HD4410	S1 ½" H-HD4410	S1 ½" H-HD4410
Gasto	Q=125 LPM P=30 m	Q=125 LPM P=30 m	Q=125 LPM P=30 m
No. de rociadores cono superior	8 piezas	6 piezas	4 piezas

Tanto los monitores como el hidrante estarán conectados en forma permanente a la red de distribución de agua contra incendios y serán del tipo elevado para la protección y aplicación de agua de enfriamiento a la envolvente del recipiente a

presión. Los monitores se encontrarán ubicados en 4 puntos estratégicos en la parte externa de los diques de tal manera que el tanque de almacenamiento pueda ser alcanzado desde al menos dos direcciones por tres flujos de enfriamiento, como mínimo, y toda la superficie del tanque de almacenamiento podrá ser alcanzada con flujos desde los monitores así como también cada uno de los monitores será accesible durante un incendio y además estos monitores serán activados y controlados de forma remota. Las boquillas de los monitores serán ajustables para aspersión o flujo recto, según se requiera.

En la zona del estacionamiento se tendrá un hidrante con manguera de 30 metros para la cobertura. La boquilla del monitor será ajustable para aspersión o flujo recto, según se requiera.

4. Tubería y elementos de rociado para el tanque. La tubería será de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible. El tanque contará con tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías son de 51 mm de diámetro. El rociado opera colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado serán marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1 ½" y un gasto individual de 125 LPM a una presión de 7 kg/cm². Las boquillas serán del modelo S1 ½" H-HD4410.

Se contará con sistema de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos. En las áreas de patín de medición, sistema de licuefacción y área de bombas e intercambiadores de calor, así como en el área de almacenamiento. Asimismo, en estas áreas se contará con sistemas de detección de atmósferas explosivas que se activarán de manera automática los sistemas de aislamiento y protección contra incendio en instalaciones remotas o que estas no estén atendidas por personal operativo.

Finalmente, como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tendrán instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes:

- 1 en el patín de recepción.
- 6 en zona de almacenamiento.
- 1 en zona de bombas para agua contra incendio.
- 1 en generador de energía eléctrica.
- 1 en caseta de vigilancia
- 1 en área de intercambiador de calor y bombas de gas l.p.

En el área de bombas se tendrá un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

La localización de los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad se puede consultar en Anexo G "Planos"

- Plano mecánico constructivo esfera. Arreglo general. PCH-DG-MCE-001 HI
- Plano mecánico constructivo esfera. Arreglo general. PCH-DG-MCE-001
- Plano sistema contra incendio. Plano No. PCH-DG-SCI-001.
- Plano sistema contra incendio. Plano No. PCH-DG-SCI-002.

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.

Se considera que el proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) es factible siempre y cuando la empresa DIESGAS, S.A. de C.V., realice el cumplimiento y seguimiento de las acciones propuestas en la MIA y el ERA como medidas de prevención y/o mitigación para los impactos ambientales que se puedan generar, así como aquellas recomendaciones técnico-operativas indicadas en el estudio de riesgo, al mismo tiempo el debido cumplimiento de lo señalado en las leyes, reglamentos, normas y demás lineamientos que le sean aplicables y que se encuentren vigentes, con el objeto de prevenir la contaminación del área por la descarga de aguas residuales y para el control de los residuos generados (residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos) por citar algunas.

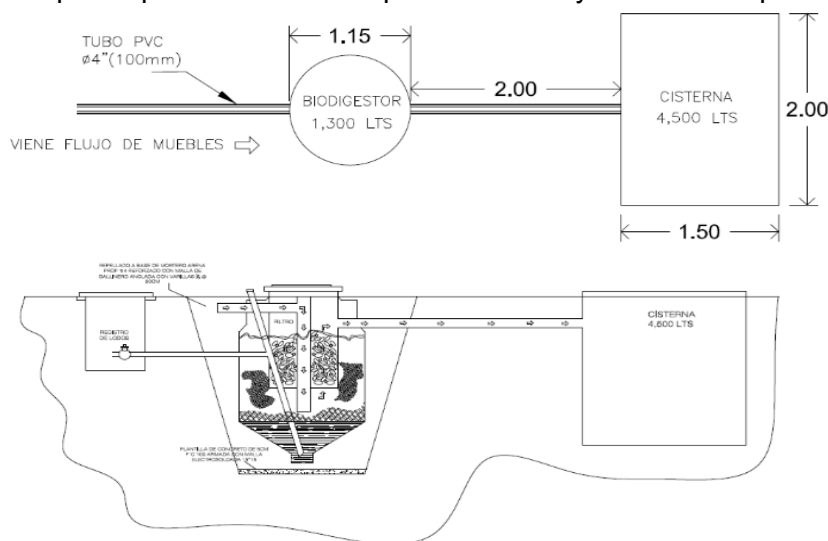
Se enlistan a continuación las medidas preventivas que se aplicarán durante la operación normal de la planta. Dichas medidas tendrán como objetivo evitar el deterioro del medio ambiente.

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

❑ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.

Durante la etapa de operación y mantenimiento hará uso del recurso hídrico para el sistema contra incendio, uso en sanitarios, y para el sistema de agua de los intercambiadores de calor, cabe mencionar que el agua será suministrada mediante pipas de diferente capacidad y almacenada en tanques de agua con capacidades de 326 m³ (sistema de agua de intercambiadores de calor) y 1000 m³ (sistema de agua contra incendio), por lo que no se hará uso de los cuerpos de agua del sitio para las actividades señaladas.

Para el tratamiento de aguas residuales proviene de los servicios sanitarios se instalará un biodigestor con capacidad de 1300 litros, el cual cumplirá con la NOM-006-CONAGUA-1997. "Fosas sépticas prefabricadas – especificaciones y métodos de prueba".



Dicho sistema recibirá las aguas residuales domésticas y realizará un tratamiento primario del agua (proceso anaerobio), favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos. Mayor detalle Ver Plano [PCH-DG-CIV-011](#).

□ *MEJORA DEL CONTROL DE EMISIONES.*

Al desconectar la manguera marina se tendrán liberaciones pequeñas de gas l.p., estas emisiones furtivas serán mínimas, ya que al encontrarse en área abierta existe suficiente ventilación asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un impacto ambiental significativo ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

Por otro lado, al término del suministro de propano líquido a la esfera, es común que en la tubería que conecta al barco con la esfera, quede almacenado propano líquido y gas, a su vez parte del propano líquido tiende a evaporarse, lo que incrementará la presión en la tubería. Con la finalidad de despresurizar la tubería, el operador tendrá la opción de operar un paquete de condensación de forma manual. El compresor operará a una capacidad máxima de 50%, debido a que la cantidad de Propano gas será menor y evitando así que entre líquido al compresor. El Propano gas suministrado al paquete de condensación de forma manual, pasará por el proceso de condensación, y el líquido obtenido será dirigido a la esfera a una presión entre 2 kg/cm² y 2.5 kg/cm².

Por tanto, durante la operación normal de la planta, no se prevén fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera.

□ *GESTIÓN DE RESIDUOS.*

Durante las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se tendrá la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, y existe la posibilidad de que se generen residuos peligrosos, por lo que la empresa DIESGAS, S.A. de C.V., deberá de cumplir con lo establecido en esta Ley, para el control, manejo, almacenamiento y la disposición final de los residuos. El *artículo 18*, señala que los residuos sólidos urbanos podrán sub-clasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria. La recolección de los residuos sólidos urbanos podrá ser recolectada por parte de la Dirección de Ingeniería e Infraestructura Portuaria Departamento de Mantenimiento de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur.

Para el caso de los residuos peligrosos, en el *artículo 40*, se señala que los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Quienes generen residuos peligrosos, deberán manejarlos de forma segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. Además, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador (*artículos 41 y 42*).

El *artículo 43*, menciona que las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes, de acuerdo con lo previsto en esta *Ley* y las disposiciones que de ella se deriven.

Una vez en etapa de operación y mantenimiento el promovente se deberá registrar de acuerdo con la categoría que le corresponda señaladas en el *artículo 44*. Así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por el manejo de los residuos sólidos urbanos y en su caso de residuos de residuos peligrosos.

En general el manejo y disposición de los residuos que se generen en las instalaciones estará sujeto a lo establecido en la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* y su reglamento, además de continuar realizado lo siguiente:

- La identificación y clasificación de los residuos generados dentro de las instalaciones con la finalidad de evitar confusión y mal manejo de dichos residuos.
- Capacitación del personal para el manejo y control de los residuos.
- Minimizar la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generen en la planta, a través de la adecuada separación de los residuos.
- Realizar un proceso de reciclaje de aquellos residuos sólidos en los que sea posible.
- Los residuos deberán estar dispuestos en contenedores con cubierta y en lugares destinados para ello (almacén o un sitio estratégico) debidamente rotulados. Se deberá dar mantenimiento periódico a los contenedores de residuos, con el fin de evitar derrames o salidas no controladas.
- Contar con una bitácora sobre los residuos generados.
- Deberá de evitarse la mezcla de residuos sólidos de distinto estado físico y evitar el contacto con residuos considerados como peligrosos, de acuerdo con la normatividad aplicable.

Mientras la empresa se ocupe de sus residuos de manera correcta y periódica, esto no representará un problema para el ambiente.

❑ REDUCCIÓN DEL RIESGO DE VERTIDOS ACCIDENTALES

Se ha considerado un muro de contención de derrames/muro de protección para el recipiente esférico, que consiste en un murete de concreto de 0.60 metros de altura. Para mayor detalle consultar plano [PCH-DG-CIV-010](#), cuya misión fundamental es la de retener un derrame accidental del contenido del recipiente existente en su interior, para evitar la propagación de incendios por la sustancia derramada. No obstante, de acuerdo a las condiciones de operación, el almacenamiento de gas l.p. será del tipo semi-refrigerado, por lo que la posibilidad de que el gas l.p. se acumule en el piso es baja, ya que la temperatura de la emisión deberá estar por debajo de la temperatura de ebullición, si esto sucediera se formará un derrame de corta duración que se evaporará al absorber el calor del suelo.

Si bien la materia prima para la operación de una planta de distribución de gas GLP es el gas licuado de petróleo, se maneja combustible diesel para el funcionamiento de la

bomba con motor de combustión interna que forma parte del equipo contra incendio, dicho combustible será almacenado en un recipiente que deberá contar con un dique de contención que evitará que en caso que se presente un derrame de combustible, éste se infiltre al subsuelo. Finalmente, en caso de ocurrir presentarse un evento indeseado, como medida de compensación, la empresa contará con una garantía que subsidie los daños tanto al medio ambiente, la infraestructura y población que pudiera verse afectada.

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**“SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO”**

CAPÍTULO IV.

RESUMEN

CARRETERA A PICHILINGUE KM. 18 DENTRO DEL RECINTO PORTUARIO DEL PUERTO COMERCIAL
PICHILINGUE, C.P. 23208, MUNICIPIO DE LA PAZ, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El proyecto que promueve la empresa “**DIEGAS, S.A. de C.V.**” consiste en el diseño y construcción de un “**Sistema de Almacenamiento de Gas L.P. mediante Planta de Suministro**”, el cual se pretende instalar en la Bahía de La Paz, en las costas del Golfo de California/Mar de Cortés, a 17 kilómetros aproximadamente de la ciudad de La Paz, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue, en Baja California Sur.

El área del proyecto comprende una superficie total de **45,809.5925 m²** dentro de la superficie total de la empresa, integrada por una superficie terrestre de **15,691.2225 m²** (que incluye 14,688.0525 m² zona terrestre dentro del predio total de la empresa y una superficie adicional de 1,003.17 m², solicitada a la API BCS y una superficie marina de 30,118.37 m²). Cabe recordar que la longitud total de la línea de recepción de gas l.p. que inicia desde el BTG hasta la interconexión con el patín de recepción y medición tiene una longitud de 168 metros aprox (138 m tubería rígida y 30 m de manguera flexible)

En una primera etapa, el almacenamiento semirefrigerado de gas l.p. se llevará a cabo en un solo recipiente esférico con una capacidad de 40,000 barriles, equivalente a 6, 360,000 litros de gas l.p. al 100%. La recepción del gas l.p. se realizará por medio de un buque-tanque, el cual utilizará las bombas propias para hacer llegar el producto a la esfera de almacenamiento. Se considera un flujo de 40 ton/h a una temperatura de -20°C. Posteriormente el gas l.p. será transportado mediante una tubería de 6” de diámetro, desde el buque hasta la esfera de almacenamiento, pasando por un patín de medición con la capacidad suficiente para satisfacer los requerimientos establecidos. A su vez, el Sistema abastecerá de gas l.p. a la planta de distribución de gas l.p. propiedad de la misma empresa y que se encuentra ubicada por el lindero oeste del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Cabe hacer mención que la infraestructura marina y la línea de recepción ya se encuentran totalmente concluida y en operación, una vez que actualmente la planta de distribución de gas l.p. ubicada al Oeste del terreno donde se ubica el terreno donde se pretende el desarrollo del presente proyecto recibe el gas l.p. por medio de la línea de recepción (tubería de 6”). Con el desarrollo del presente proyecto se pretende que el Sistema de Almacenamiento de gas l.p. mediante Planta de Suministro sea quien suministre a la Planta de Distribución de gas l.p. Asimismo, cabe mencionar que actualmente dicha planta es suministrada de gas l.p. proveniente del BTG Cosalá, sin embargo, una vez que el presente proyecto sea desarrollado se prevé que el buque que provea de gas l.p. al Sistema de Almacenamiento mediante Planta de Suministro sea otro dadas las condiciones de operación en que se manejará el gas en la esfera de almacenamiento.

El área de almacenamiento constará inicialmente de un solo recipiente esférico (TE-101) con capacidad de 40,000 BLS, donde permanecerá almacenado el gas l.p. a una temperatura de -15° C y una presión de 2 – 2.5 Kg/cm² hasta el momento de ser bombeado para el suministro a tanques de la planta de distribución de gas l.p. anexa al predio donde se pretende construir el presente proyecto.

Con el fin de recuperar la carga de vapor que resulta de la refrigeración insuficiente o pérdida de refrigeración se contará con un sistema de licuefacción (relicuado). Asimismo, con el fin de elevar la temperatura del gas l.p. previo al suministro a la planta de distribución, el Sistema contará con un sistema de calentamiento integrados por tres

intercambiadores de calor, los cuales estarán ubicados a la salida de las bombas de trasiego de gas l.p., las cuales tendrán una capacidad individual de 833 L.P.M. Considerando un 80% de eficiencia con el gas propano se tendría un flujo de 666.4 LPM

El Sistema de Almacenamiento de gas l.p. mediante Planta de Suministro se diseñará, construirá y operará de conformidad con lo establecido en la NOM-015-SECRE-2013. *Además de esta Norma*, otros criterios para la selección del predio donde se pretende desarrollar el proyecto consideran su ubicación, la infraestructura disponible para el desarrollo de sus actividades y la compatibilidad de las actividades que pretenden desarrollar en el área de interés.

En cuanto a la ubicación del área donde se pretende desarrollar el proyecto cabe mencionar que esta se encuentra dentro del Recinto Portuario del Puerto Comercial Pichilingue, siendo este una zona federal delimitada y determinada por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte y por la de Desarrollo Social en los puertos, terminales y marinas, que comprende las áreas de agua y terrenos de dominio público destinados al establecimiento de instalaciones y a la prestación de servicios portuarios en el municipio de La Paz, B.C.S.

El Recinto Portuario está formado por una poligonal de 1, 265,593.54 m² que comprende una superficie marina y una superficie terrestre, cuenta con las siguientes áreas: Tres muelles y rampa para transbordadores, una rampa para transbordador, un muelle de pesca, dos muelles de usos múltiples, terminal de cemento, patio de maniobras, patios de almacenaje, una bodega, un cobertizo, un almacén y áreas de revisión para autoridades y oficinas administrativas, entre otras.

En la Bahía de Pichilingue no existen peligros naturales para la navegación, el oleaje en esta zona es baja y no tiene variabilidad estacional, con un fondeadero muy conveniente para buques de gran calado que no pueden entrar al canal de La Paz. Presenta una profundidad de 5 m en ambos lados, incrementando en medio hasta 8.4 y 9.8 m, hacia la bahía.

En cuanto a la proximidad con asentamientos humanos cabe destacar que el predio del proyecto se encuentra totalmente alejado de la mancha urbana, una vez que el recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue se ubica a 17 kilómetros de la ciudad de la Paz, lugar donde se concentra la mayor afluencia poblacional. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las localidades más cercanas a la zona de interés se encuentran a más de 1.5 km del área del proyecto con un número de habitantes no mayor a 6 personas.

Cabe destacar que la zona del proyecto cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades que pretender realizar, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación; además que en las colindancias no se realizan actividades pongan en riesgo la integridad de la planta y sus trabajadores.

Asimismo, las actividades o uso del suelo en las colindancias son compatibles con las actividades que pretende desarrollar el promovente, al estar inmerso en un sitio estratégico al Sur del recinto portuario del Puerto Comercial de Pichilingue, donde el uso de suelo es considerado como portuario, comercial e industrial contando con el dictamen técnico favorable al uso de suelo emitido por la Secretaría de Planeación Urbana,

Infraestructura y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur mediante oficio No. OS-0446/2001 (*Anexo B*).

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur, señala que el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA11, cuya política ambiental aplicable es de Aprovechamiento, en la cual se permiten actividades productivas que presentan potencialidades para su desarrollo, además se permite la explotación y el manejo racional de los recursos tanto renovables como no renovables, de manera eficiente, y sin impactos negativos sobre el medio ambiente. Se considera compatible la ejecución del proyecto por su ubicación en una zona clasificada con Uso de Suelo Portuario, Comercial e Industrial, dentro del Recinto Portuario del Puerto de Pichilingue de acuerdo con el Dictamen Técnico Favorable al Uso de Suelo expedido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología de Baja California Sur.

En relación al requerimiento que exige la NOM-015-SECRE-2013 en su apartado 2.3 referente al requerimiento de distancias mínimas se tiene que:

- En los predios adyacentes al área del proyecto no se ubican asentamientos humanos, edificios públicos, educativos, guarderías/estancias ni hospitales. De acuerdo a las fuentes de INEGI consultadas, tales como “Espacio y Datos de México”, “Inventario Nacional de Vivienda” y “Mapa Digital”, las localidades más cercanas a la zona de interés son: Puerto Pichilingue, La Estela y Playa El Tesoro, ubicadas a 1.468, 1.985 y 1.772 km aproximadamente. Cabe destacar que la población total en cada una de estas localidades no rebasa las 6 personas.
- Por el lindero Oeste del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica una planta de distribución de gas l.p., la cual cuenta con 12 recipientes horizontales presurizados especiales para contener gas l.p., la distancia horizontal que existe entre la tangente vertical del recipiente de dicha planta a la tangente del recipiente esférico es mayor a 20 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad de 38°C o menos) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque atmosférico que contuviera material con un punto de inflamabilidad mayor a 38°C) se encuentra a más de 40 m.
- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y la construcción destinada para el cuarto de control (SCD) es mayor a 15 m.
- La única construcción destinada para ocupación humana dentro del Sistema de Almacenamiento no relacionada con el control de la instalación será la caseta de vigilancia, la cual se ubica a más de 30 de la tangente vertical del recipiente esférico.

- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir algún tanque de proceso) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir quemadores u otro equipo que contenga flamas expuestas) se encuentra a más de 40 m.
- Por el lindero Norte del área donde se ubicará el recipiente esférico actualmente se ubica CEMEX (fabricación de concreto), cuya área de proceso (donde pudiera existir equipos de combustión, incluyendo hornos de proceso y calderas utilitarias) se encuentra a más de 40 m.
- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y el área de bombas de succión es mayor a 5 m.
- De acuerdo al plano PCH-DG-ARQ-001 la distancia horizontal entre la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico y los compresores del sistema de re licuado es mayor a 15 m.
- No existen líneas de alta tensión que crucen el predio ni cercanas a este. En tanto que la subestación eléctrica de la planta estará a más de 15 m de distancia de la tangente vertical de la esfera.
- La instalación no contempla instalaciones de carga y descarga de auto- tanques, semirremolques y carro-tanques. En tanto que el área de carga de semirremolques y auto tanques de la planta de distribución de gas l.p. contigua a la zona del proyecto se encuentra a más de 15 m de la tangente vertical del recipiente esférico.
- El fondeadero de amarre se ubica a más de 250 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
- Para el sistema contra incendio se contará con una bomba con motor de combustión interna, la cual estará ubicada dentro del cuarto de máquinas del SCI, el cual se encuentra a más de 15 m de la tangente vertical de la envolvente del recipiente esférico.
- Dentro del predio que ocupará no existirá ningún área de contención de derrames relacionada con algún tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.
- El recipiente esférico estará ubicado en un área abierta protegido por un murete de concreto de 0.60 metros de altura.
- Las bombas de succión de gas l.p. se encuentran ubicadas fuera del área de protección del recipiente esférico.

En este sentido, se determina que el proyecto es compatible con la infraestructura existente en el área del proyecto, además, de destacar que las actividades del proyecto no contemplan procesos de transformación de materiales o reacciones químicas, además

de tener contempladas medidas de prevención y mitigación para los posibles eventos indeseados que pudieran presentarse.

La única sustancia peligrosa que se manejará en la planta será el gas l.p. con una capacidad máxima de almacenamiento 6, 360,000 L de agua al 100%, equivalentes a **3, 720,918 kg**, distribuidos en un solo recipiente esférico de 40, 000 bls, dicho almacenamiento será del tipo semirefrigerado, a -15°C y a 2 – 2.5 kg/cm²

Dicha capacidad rebasa la cantidad de reporte – la cual es de 50,000 kg para el caso del GLP – establecida en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**, la empresa está comprometida a presentar el ERA, tal como se establece en la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)**, esto conforme a su **Capítulo V, Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas** y de conformidad con lo disponente en su **Artículo 147 y 147 BIS**; siendo entonces que se efectuó el Análisis de Riesgo Ambiental para la Planta de Distribución de Gas L.P.

Debido a sus propiedades físico químicas el gas l.p. puede formar mezclas inflamables con el aire si se encuentra cerca de algún punto de ignición y más peligroso aún en concentraciones que oscilan aproximadamente entre el 2% y el 10%. Por consiguiente puede constituir un riesgo de incendio y explosión, si se almacena o se utiliza incorrectamente.

Con base en lo anterior a través del presente ERA, se han determinado los tipos de contingencia que se podrían suscitar dentro de la *instalación*, las cuales son:

- Fugas, que son las emanaciones o derrames no controlados de gas l.p., ya sea que éste se encuentre en fase líquida o de vapor, siendo el efecto más nocivo de dicha emanación un incendio.
- Incendios, estos se consideran como fugas no controladas y que resultan de la combustión gradual del gas l.p.
- Explosiones, básicamente es una reacción de combustión de la mezcla gaseosa aire – GLP que se propaga a gran velocidad.

Por lo que derivado de los resultados de la metodología de identificación de peligros se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse – *esto debido a la frecuencia con la que se realizan*– están relacionados con las operaciones de trasiego, en tanto que otras están relacionadas con la falta de mantenimiento o a la omisión de los procedimientos de operación, resultando en escapes accidentales de determinada masa de gas l.p. emitidas a la atmósfera (*emisión instantánea de corta duración*) y que conllevan a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocara una llamarada o flash fire y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

En tanto que ocurrencia de la *BLEVE* del recipiente presurizado y la ruptura de la línea de conducción de gas l.p. del buque tanque a la esfera se definieron como los eventos máximos catastróficos (de menor probabilidad, pero mayor daño), en virtud de que estos consideran la liberación masiva de la sustancia almacenada, obteniéndose para estos eventos distancias de afectación por efectos de onda de sobrepresión y radiación térmica.

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

Para la identificación de los riesgos inherentes de la operación de la planta, se consideraron aspectos tales como:

- ☞ Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- ☞ Características fisicoquímicas del material almacenado
- ☞ Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- ☞ Memoria técnica descriptiva y planos de la ingeniería de detalle del proyecto.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- ☞ Procedimientos operativos.
- ☞ Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- ☞ Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- ☞ Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- ☞ Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- ☞ Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- ☞ Eventos Externos (sabotaje).
- ☞ Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
- ☞ Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

De acuerdo con la información disponible (Ingeniería Básica) y considerando el tipo de proyecto, la etapa en la que se encuentra (Diseño) y al conocimiento de las metodologías de análisis de riesgos, se seleccionó la metodología HazOp (HAZard OPerability) para realizar el análisis de peligros. En tanto que la jerarquización de riesgos se realizó de acuerdo a los criterios establecidos en el documento COMERI 144 Rev. 2/ Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1. Utilizando la tabla de categorías de consecuencias de los eventos y la tabla de categoría de frecuencias de ocurrencia de los eventos para determinar el nivel de riesgo de cada escenario. Las áreas en las que se jerarquizan los riesgos con este lineamiento fueron: daños al Personal, efecto en la población, impacto ambiental, pérdida de producción y daño a las Instalaciones.

Por su parte, el análisis de consecuencias de los escenarios planteados tuvo como finalidad determinar las posibles consecuencias de un accidente, el cual implica la emisión de gas l.p. al medio ambiente. Dadas las propiedades fisicoquímicas del gas l.p. pueden formarse nubes inflamables y/o explosivas. Estas nubes pueden generar pérdidas económicas relacionadas con daños a equipos y estructuras de proceso, daños a la salud del personal e incluso la muerte. Por lo que para determinar la magnitud del riesgo se cuantificó el material liberado a través de los Modelos de Emisión, en donde las emisiones de gas l.p. se consideraron instantáneas o continuas, incluyendo flujo en una o dos fases, dependiendo de las condiciones de operación y del desarrollo de evento.

Los tiempos de respuesta fueron considerados en función de la instrumentación para detectar pérdidas de material por cambios en las condiciones de operación en el sistema y por el sistema de aislamiento o de paro, esto de acuerdo a lo plasmado en la ingeniería básica del proyecto.

En cuanto al modelo de dispersión se utilizó el Modelo computacional de dispersión SLAB, para emisiones más densas que el aire, en donde para determinar el alcance de la dispersión de la nube inflamable se consideraron los valores de los límites de inflamabilidad del gas l.p. L.I.I. 1.8; L.S.I. 9.3 y 0.5 L.I.I 0.9 % para la zona de quemado en el caso de la llamarada (Flash Fire)

Asimismo, en la estimación de consecuencias se consideraron los modelos de Fuego y Explosión: Llamara (Flash Fire), Dardo de Fuego (Jet Fire), Bola de Fuego (Fire Ball), BLEVE, Modelo de TNT, Explosiones de nubes no confinadas.

Para determinar los radios potenciales de afectación por sobrepresión, se consideraron los niveles de sobrepresión de 1.0 psi (alto riesgo) y 0.5 psi (amortiguamiento) para definir las zonas de seguridad, así como los niveles de sobrepresión equivalentes a 3 y 10 psi para definir la zona de alto riesgo por daño a equipos.

De igual forma para determinar los radios de afectación por radiación térmica se utilizarán los niveles de radiación térmica de 1.4 kW/m^2 ($400 \text{ BTU/pie}^2\text{hr}$) para la zona de amortiguamiento y 5 kW/m^2 ($1500 \text{ BTU/pie}^2\text{hr}$) y para la zona de alto riesgo por daño a equipos se consideró un nivel de radiación equivalente a 37.5 kW/m^2 y 12.5 . No obstante, De acuerdo a la literatura "*Methods for the determination of posible damage*" CPR 16E A.J. Roos, se tiene que en cuestión de daños a equipos/materiales por radiación térmica se tiene que para que se presente la ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales, tal como el acero, se requiere una radiación calórica incidente de 100 kW/m^2 con un tiempo de exposición mayor a 30 minutos.

La simulación de escenarios se realizó mediante el programa de simulación **SCRI – Fuego**. Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act). Cabe mencionar que para la simulación de escenarios se consideró al gas l.p. como una mezcla de propano/butano al 90/10%.

De acuerdo al modelo de dispersión SLAB y al reporte de resultados del modelo de nube inflamable, la mayoría de los eventos de fuga y dispersión de gas l.p. no sobrepasan los límites de batería del proyecto, siendo la máxima distancia de dispersión para el límite inferior de inflamabilidad equivalente 16.78 m y para la zona de quemado de 25.86 m, a excepción de aquellos relacionados con la esfera de almacenamiento y por la ruptura de la línea de recepción, sin embargo, la frecuencia de estas últimas fugas es baja. Por lo que en este aspecto la ingeniería del proyecto deberá contemplar elevar los sistemas de detección de fugas de Gas LP y sistemas de aislamiento con alarmas audibles y visibles que permitirán la detección oportuna del peligro y tomar las acciones correctivas según corresponda, así como de sistemas de paro activado directamente por la instrumentación, o bien, paro activado por operadores en el cuarto de control. Por lo que se recomienda integrar la operación de la planta a un sistema de control SCADA o semejante.

En cuanto a daños por sobrepresión y radiación térmica se tiene que el evento máximo catastrófico es la BLEVE del recipiente esférico, si bien es el que arroja los mayores daños, este tiene una probabilidad muy baja. Cabe hacer mención que la BLEVE del recipiente esférico se consideró se llevaría a cabo por un incendio en los alrededores producto del desarrollo de cualquiera de los otros eventos identificados. Cabe hacer mención que la BLEVE es más factible de llevarse a cabo cuando el recipiente está más vacío que lleno, puesto que el material del recipiente queda expuesto al fuego lo que lo debilitaría produciéndose más rápidamente una fractura y la consecuente nucleación espontánea, por esta razón la BLEVE del recipiente se propuso al 25% de su capacidad (capacidad mínima de operación)

Los incendios secundarios generados por el desarrollo de cualquiera de los eventos podrían provocar el impacto térmico sobre la superficie del recipiente, quedando este expuesto a fuego directo, es decir, que la superficie del recipiente alcanzara una intensidad de radiación crítica equivalente a 100 kW/m^2 por un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. Sin embargo, para que esto sucediera tendrían que fallar todas las medidas de mitigación y que ningún equipo de emergencia interviniera para eliminar el fuego. Situación poco probable.

Asimismo, cabe destacar la corta duración de la bola de fuego lo cual limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones por radiación térmica. No obstante, el daño catastrófico sobre el recipiente esférico se consideró por el desarrollo de un incendio, dado que la fracción radiante equivalente a 0.4 arroja los radios de mayor afectación ante el desarrollo de una BLEVE.

Se conoce que entre los efectos de una explosión de tipo BLEVE están las ondas de sobrepresión, la radiación térmica y los proyectiles provenientes de la fragmentación del recipiente. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias o efecto domino, que pueden aparecer de manera serial o paralela, teniendo como origen algún daño en una unidad de proceso o recipiente de alguna sustancia química peligrosa.

Por lo que el desarrollo del efecto domino está directamente relacionado con el vector de escalación que afecta al equipo(s) o instalaciones de interés y con la distancia a la que se encuentra del origen del evento. Es decir, a cada distancia le corresponde una carga de sobrepresión o nivel de radiación, según sea el caso y por consiguiente un posible daño esperado sobre equipos de proceso.

Por lo que la selección de las instalaciones y/o equipos con los que pudiera desencadenarse un posible efecto domino se realizó con base en los radios de afectación por radiación térmica y sobrepresión definidos por las zonas de alto riesgo por daño a equipos de proceso y tanques de almacenamiento. En este sentido destacan las instalaciones de CEMEX, la zona de tanques de almacenamiento de la planta de distribución propiedad de la misma empresa y el buque tanque gasero.

Si bien, al sur de las instalaciones de la planta se ubican DIPSA y NEXTEL y al norte a más de 200 m se ubica el muelle de usos múltiple 2, no se prevé un efecto domino con estas instalaciones, dado que se trata de infraestructura telefónica y una terminal con actividades comerciales. Respecto a las instalaciones de la cementera solo se han considerado daños a los equipos de manera general, sin embargo, no es posible plantear el desarrollo de un efecto domino debido a la falta de información respecto a los equipos

y/o sustancias que se manejan en esta instalación, una vez que la empresa guarda confidencialidad respecto a su proceso e instalaciones.

Por lo que considerando los radios de afectación de la BLEVE de la esfera resulta evidente una posible interacción de riesgo con las instalaciones de la planta de distribución de GLP propiedad de la misma empresa y con el buque, con una probabilidad de daño del 99%, en tanto que para la terminal de CEMEX se prevén daños estructurales serios y fallas catastrófica de sus equipos, sucesos que aun con su baja probabilidad de ocurrencia no deberán descartarse debido a que es bien sabido que los mayores incidentes están relacionados con la frecuencia y las características del evento primario, y los tipos de daños a tuberías son desencadenadores de fugas y a su vez de explosiones. Cabe mencionar que las zona de afectación por el desarrollo del efecto domino quedan confinadas dentro de los radios de afectación por el desarrollo del evento catastrófico (BLEVE de la esfera)

De manera general se puede decir que las consecuencias reportadas por este estudio pueden ser prevenidas, controladas y mitigadas con la adecuada aplicación, tanto de las recomendaciones generales como las emitidas en el estudio de HazOp, además de los dispositivos de seguridad y la aplicación de la normatividad aplicable. De esta manera se podrá contrarrestar los riesgos que implica la operación de estas instalaciones.

De acuerdo con la ingeniería básica del proyecto, se puede observar que en su mayoría se han cubierto los aspectos de la seguridad que considera la Normatividad aplicable, no obstante, una vez que se realice la ingeniería de detalle deberá considerar la totalidad de las especificaciones marcadas en la NOM-015-SECRE-2013, específicamente para el diseño y construcción del Sistema de Almacenamiento de GLPL deberá considerar el apartado 2 de dicha norma, una vez que la temperatura de diseño del recipiente será superior al punto de ebullición del GLP a presión atmosférica, esto de acuerdo a la ingeniería básica.

Finalmente, es importante mencionar que la zona presenta características ecológicas relevantes ya que está inmersa en sitios de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO: *AICA 93 Ensenada de La Paz, la Región Marina Prioritaria No.10 Complejo Insular de Baja California Sur*, además se ubica dentro del *Sitio RAMSAR Humedales Mogote-Ensenada de La Paz*, en el *área de influencia del Área Natural Protegida Parque Nacional exclusivamente la zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo*, asimismo el Sistema Ambiental incide en el Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (APFF Balandra).

Estas áreas poseen características específicas de conservación, con políticas ambientales, reglas administrativas, relacionadas a una serie de condiciones y criterios basados en la interacción medio ambiente-desarrollo sustentable y de la valoración de los servicios ambientales, son áreas consideradas como fuentes de alimento, refugio y sitios de crianza para especies marinas y terrestres, entre ellas peces, crustáceos, moluscos y aves principalmente.

Estos sitios de importancia ambiental pueden ser vulnerables al impacto humano, por lo que durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas se llevarán a cabo acciones para prevenir la afectación de los ambientes marinos y costeros, para el proyecto específicamente serán enfocadas principalmente a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, aguas residuales y residuos peligrosos además del cumplimiento de las recomendaciones técnico operativas consideradas en el presente estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, debido a que durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se realizarán actividades altamente riesgosas, al manejar gas l.p. en cantidades superiores a la indicada al listado de actividades altamente riesgosas, sin embargo, cabe mencionar que debido a la dinámica de la radiación térmica, la flora y fauna marina no se vería afectada por la por radiación térmica causada por la bola de fuego.

Con base en las zonas de afectación definidas por el evento máximo catastrófico se concluye que el AICA 93 Ensenada La Paz y la Región Marina Prioritaria quedan dentro de las zonas de alto riesgo. Por otra parte la zona de alto riesgo equivalente a 5.0 kW/m^2 incidiría sobre la Zona de Amortiguamiento, Sub-zona de Uso Tradicional Ensenada Falsa del área de Protección de Flora y Fauna Balandra.

No obstante, cabe destacar que la mayoría de los humedales del Sitio Ramsar Humedales El Mogote – Ensenada La Paz quedan fuera de las zonas de alto riesgo, solo la Unidad Pichilingue y Salinas de Pichilingue queda dentro de la zona de alto riesgo equivalente a 5.0 kW/m^2 . Asimismo, el Sitio Ramsar Balandra queda fuera de las zonas de alto riesgo.

IV.3 INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Se anexa a continuación.

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**“SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.
MEDIANTE PLANTA DE SUMINISTRO”**

CAPÍTULO V.

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES
RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

V.1 Formatos de presentación.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.1. Ubicación del proyecto dentro del Recinto Portuario del Puerto Comercial de Pichilingue.

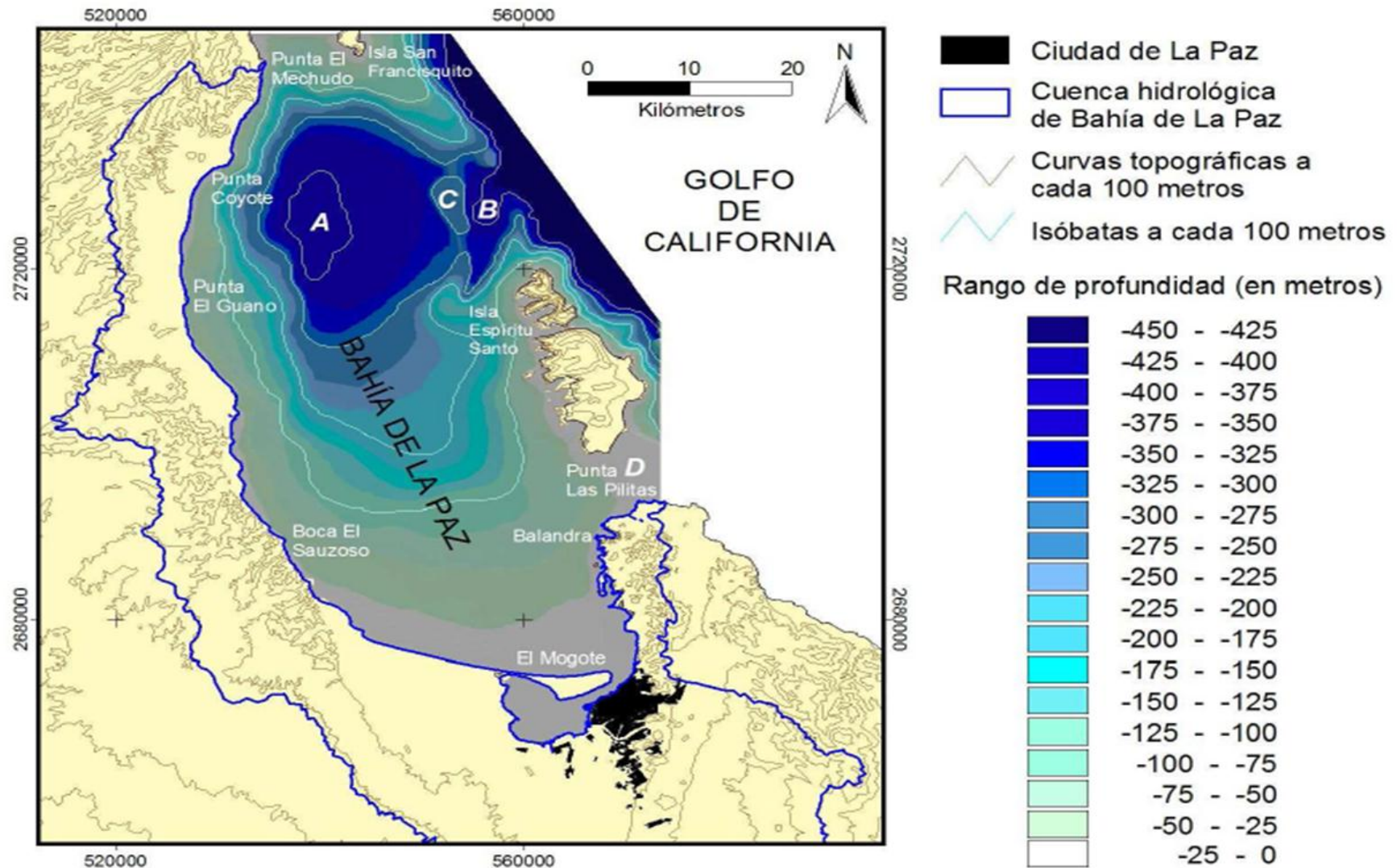


Figura V.1.2. Batimetría en Bahía de Pichilingue

Fuente: Nava Sánchez, E.H., Gorsline, D.S., Molina-Cruz, A., 2001. The Baja California península borderland: Structural and sedimentological characteristics. *Sedimentary Geology* 144, 63-82

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.3. Proximidad del área del proyecto con la principal vía pública de acceso al proyecto.

Figura V.1.4. Ruta terrestre de acceso al predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.6. Ubicación de las instalaciones adyacentes al área del proyecto en un radio de 2000 m.

Fuente: Fuente: Inventario Nacional de Viviendas del INEGI 2015.
Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

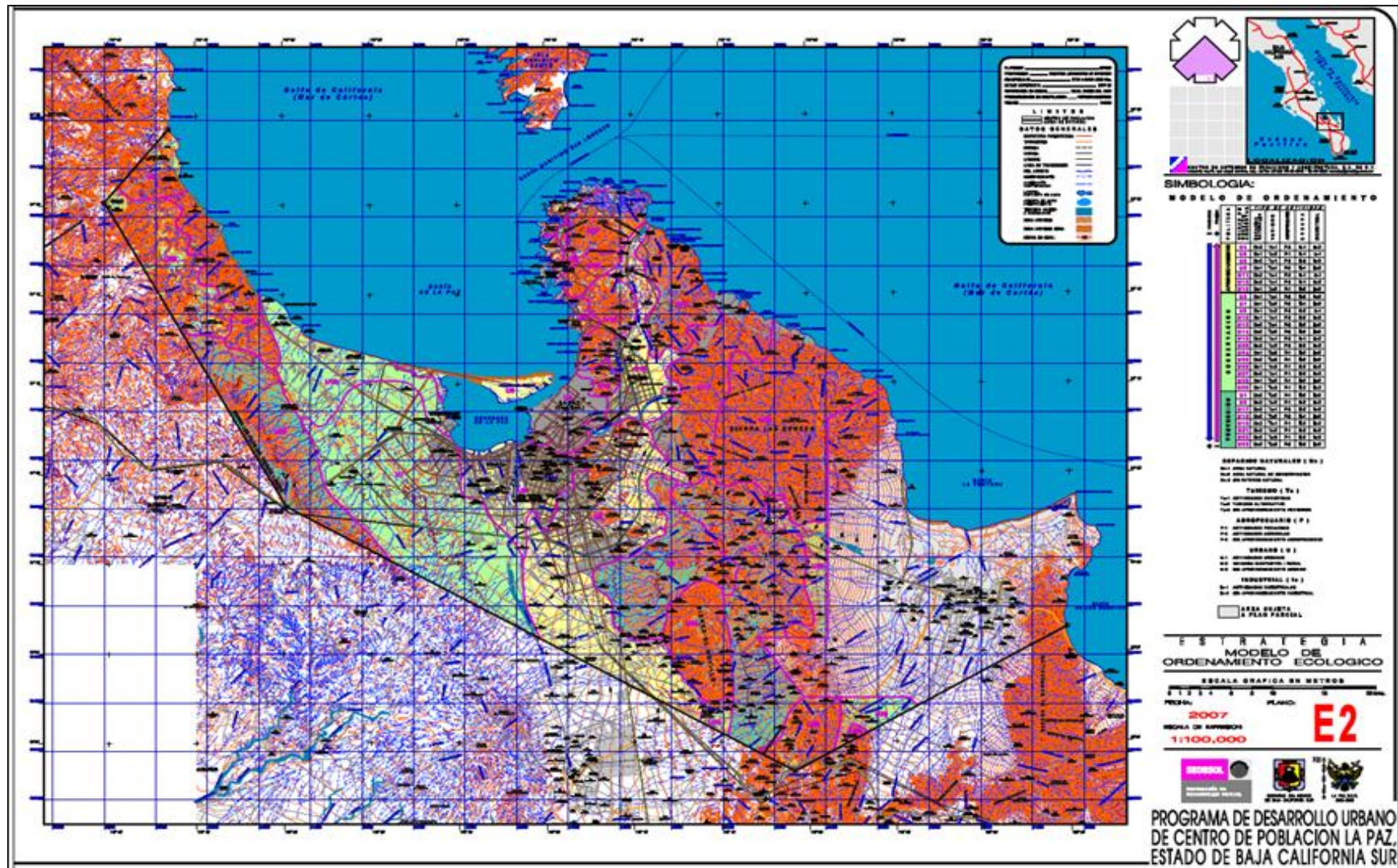




Figura V.1.8. Localización del proyecto dentro del programa de desarrollo urbano de centro de población La Paz, estado de Baja California Sur.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur.

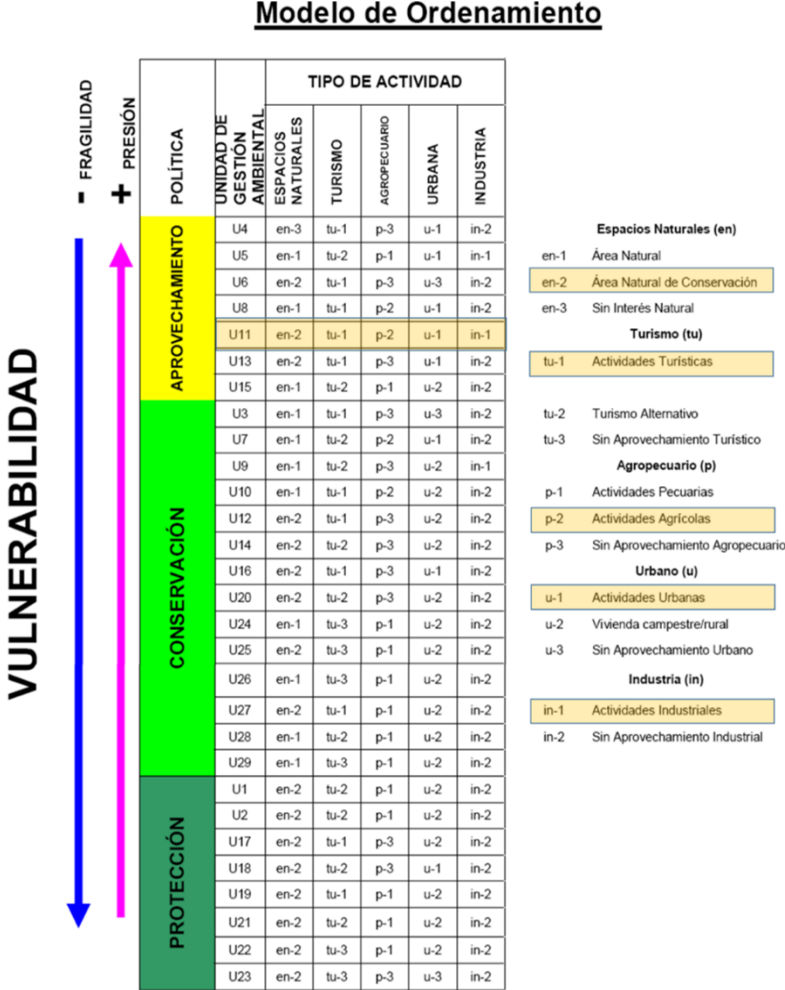


Figura V.1.9. El área del proyecto está inmersa en la UGA U11, con política ambiental de Aprovechamiento.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población La Paz, Estado de Baja California Sur.



Figura V.1.10. Localización del proyecto en la Región Ecológica 2.32, UAB 4 del POEGT.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: POEGT. Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE).

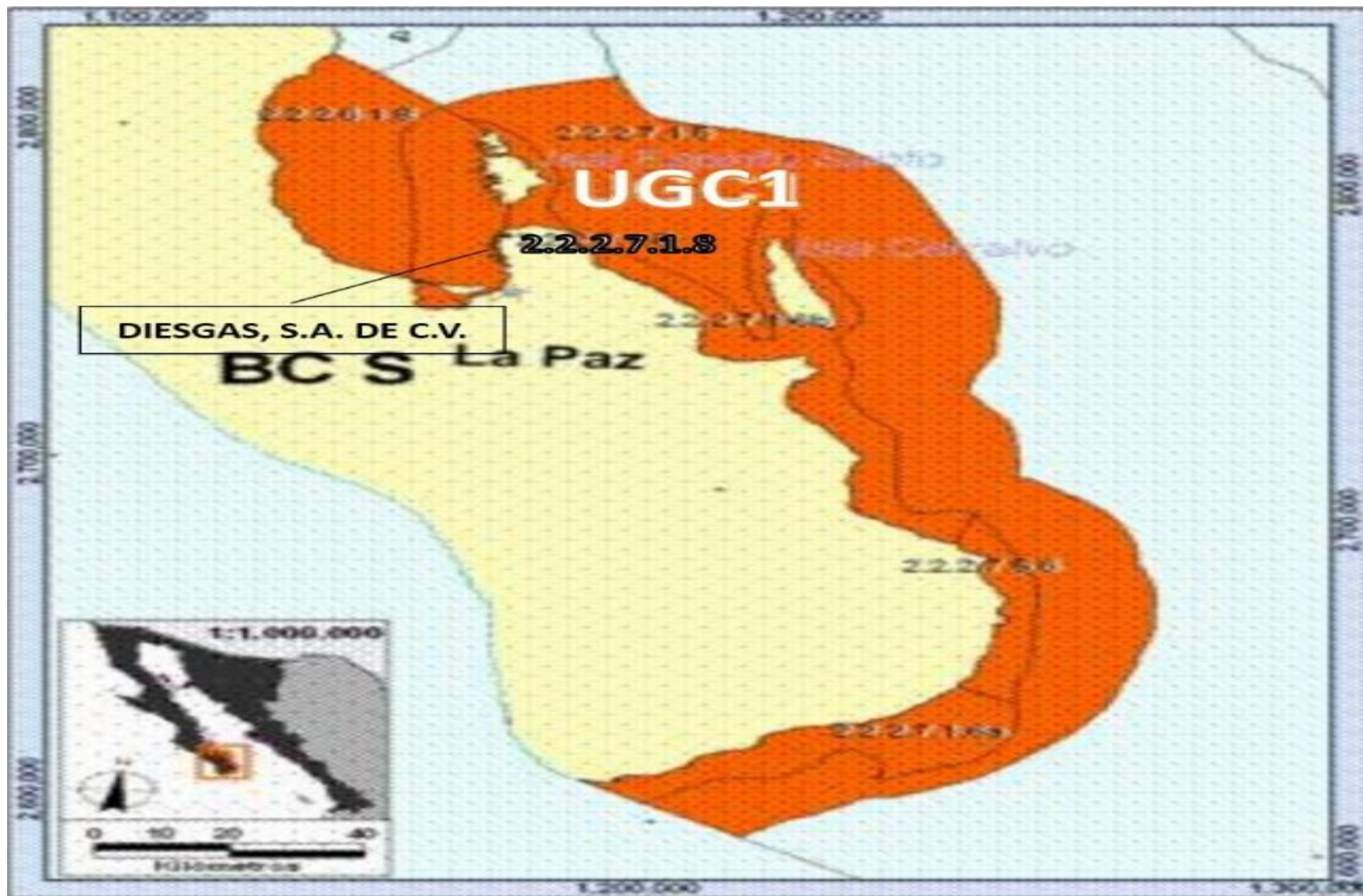


Figura V.1.12. UGC1 Los Cabos-La Paz

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.13. Ubicación del área del proyecto en las regiones prioritarias Región Marina Prioritaria (RMP), Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS), además de sitio RAMSAR.

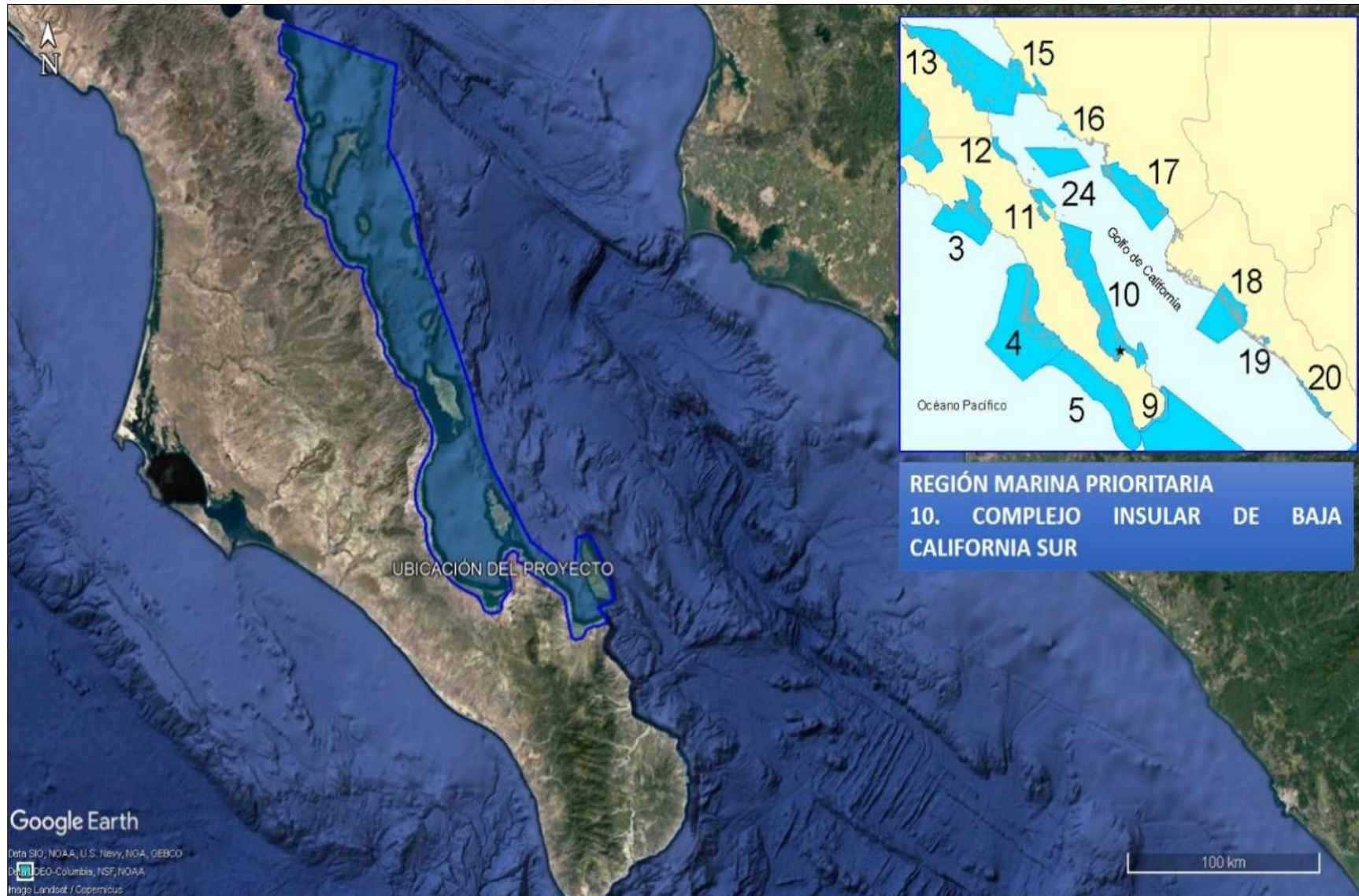


Figura V.1.14. Ubicación del proyecto dentro de la Región Marina Prioritaria 10 Complejo Insular de Baja California Sur.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.15. Localización del proyecto en el AICA 93 Ensenada de La Paz.

Fuente: CONABIO. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Avesmx.

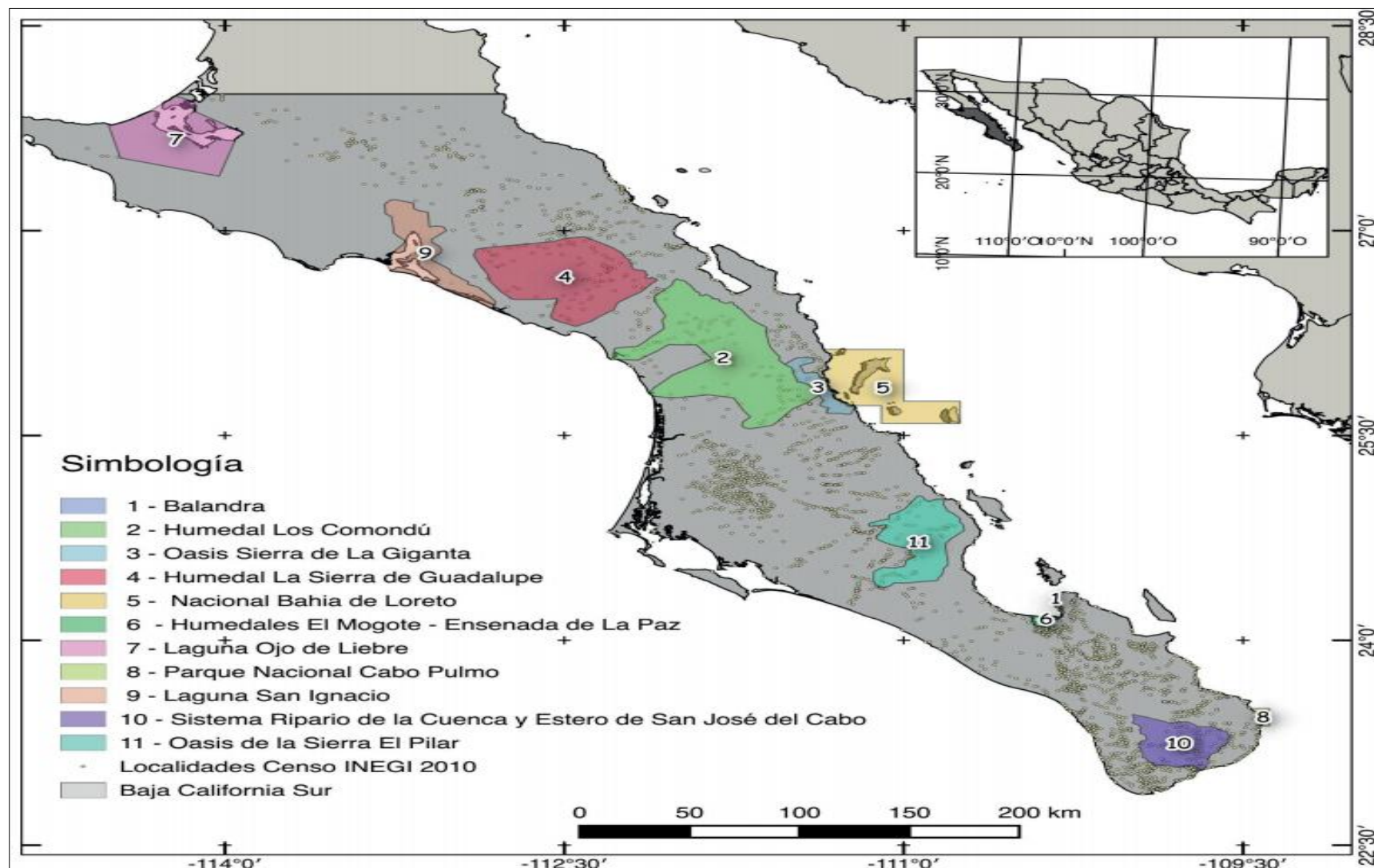


Figura V.1.16. Localización de los sitios Ramsar de Baja California Sur, México.
Fuente CONANP. Citado por Breceda A., P. Galina y B. Bermúdez. 2016.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.17. Subsistemas de manglar cercanos al área del proyecto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.18. Localización del proyecto de la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V. en el Sitio Ramsar No.1816 Humedales El Mogote-Ensenada de La Paz.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.19. Delimitación del Sistema Ambiental correspondiente a la zona de Alto Riesgo arrojada por la BLEVE del recipiente esférico.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.20. Area del proyecto o area de influencia directa: superficie total de 45,809.5925 m² , comprende la superficie terrestre de 15,691.2225 m² y una zona marina de 30,118.37 m².

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Mapa Digital de México. INEGI. Unidades Climáticas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.22. Peligro muy alto por presencia de ciclones tropicales en el Sistema Ambiental.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED 2017.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.24. Peligro muy alto por presencia de ondas cálidas en el Sistema Ambiental.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED, 2017.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED, 2017.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED, 2017.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.27. Tipos de rocas presentes en el área del Sistema Ambiental.

Fuente: Mapa Digital de México INEGI. Rocas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Mapa Digital de México. INEGI. Sistema de Topoformas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.29. Provincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.
Fuente: Mapa Digital de México. INEGI. Provincias y Subprovincias fisiográficas.

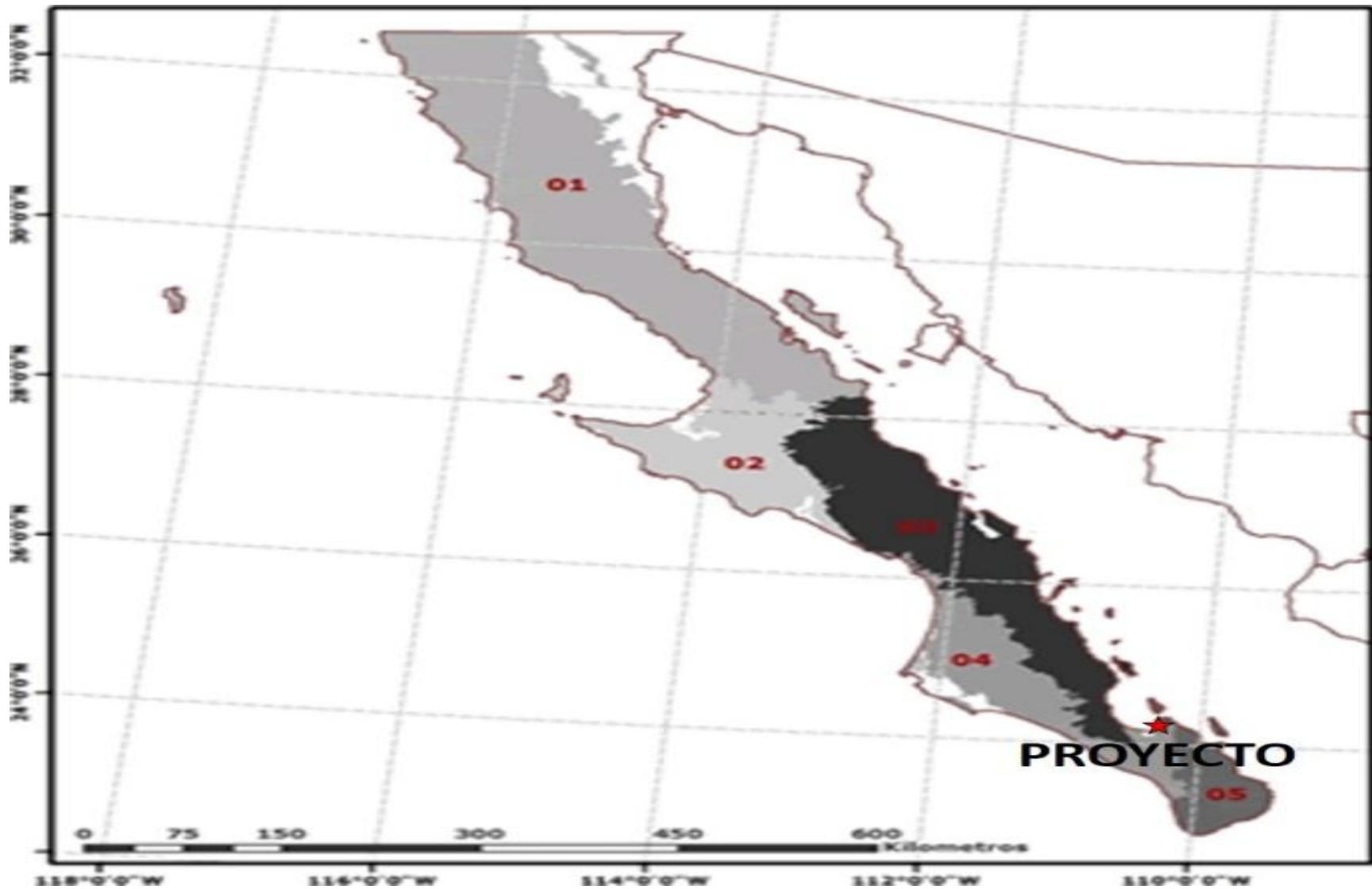
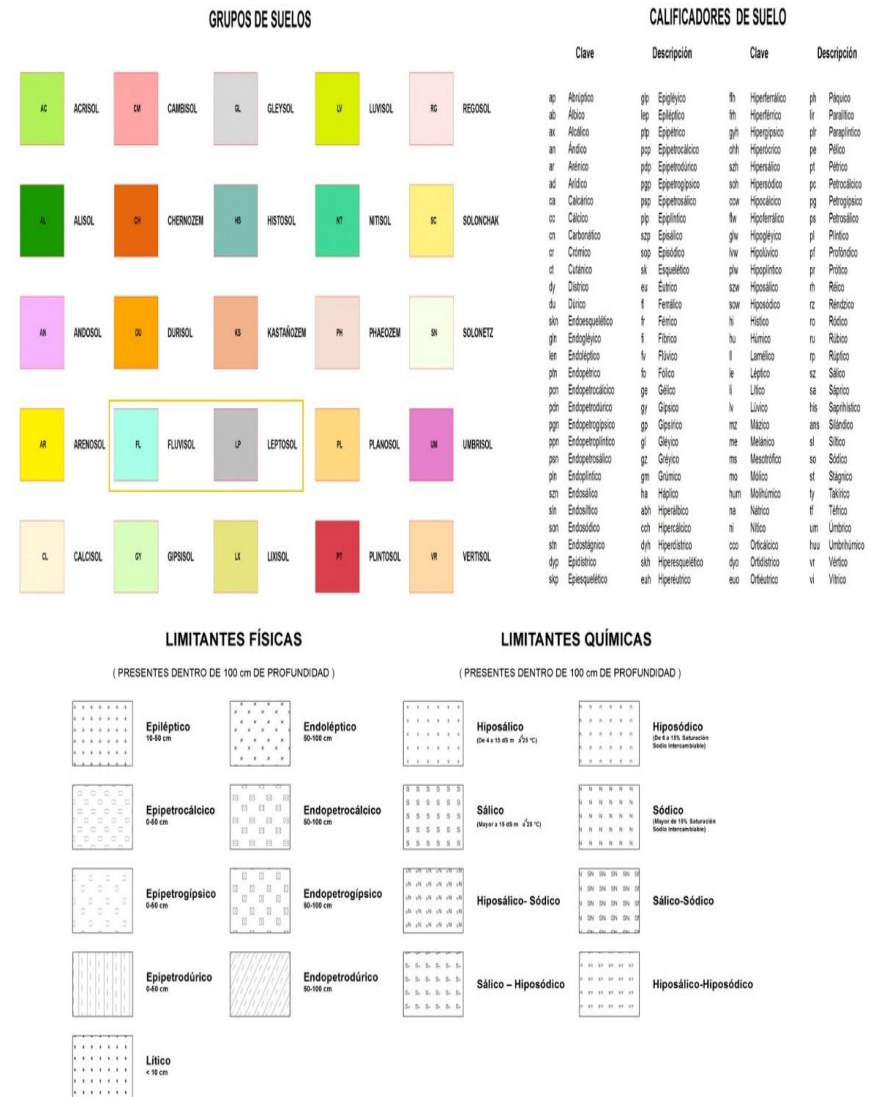


Figura V.1.30. Subprovincias de Baja California; 01. Sierras de Baja California Norte, 02. Desierto de San Sebastián Vizcaíno, 03. Sierra de La Giganta, 04. Llanos de La Magdalena y 05. Región Del Cabo donde se ubica el proyecto.



Fuente: INEGI. Carta Edafológica Serie II. 1:250 000 La Paz G12-10-11

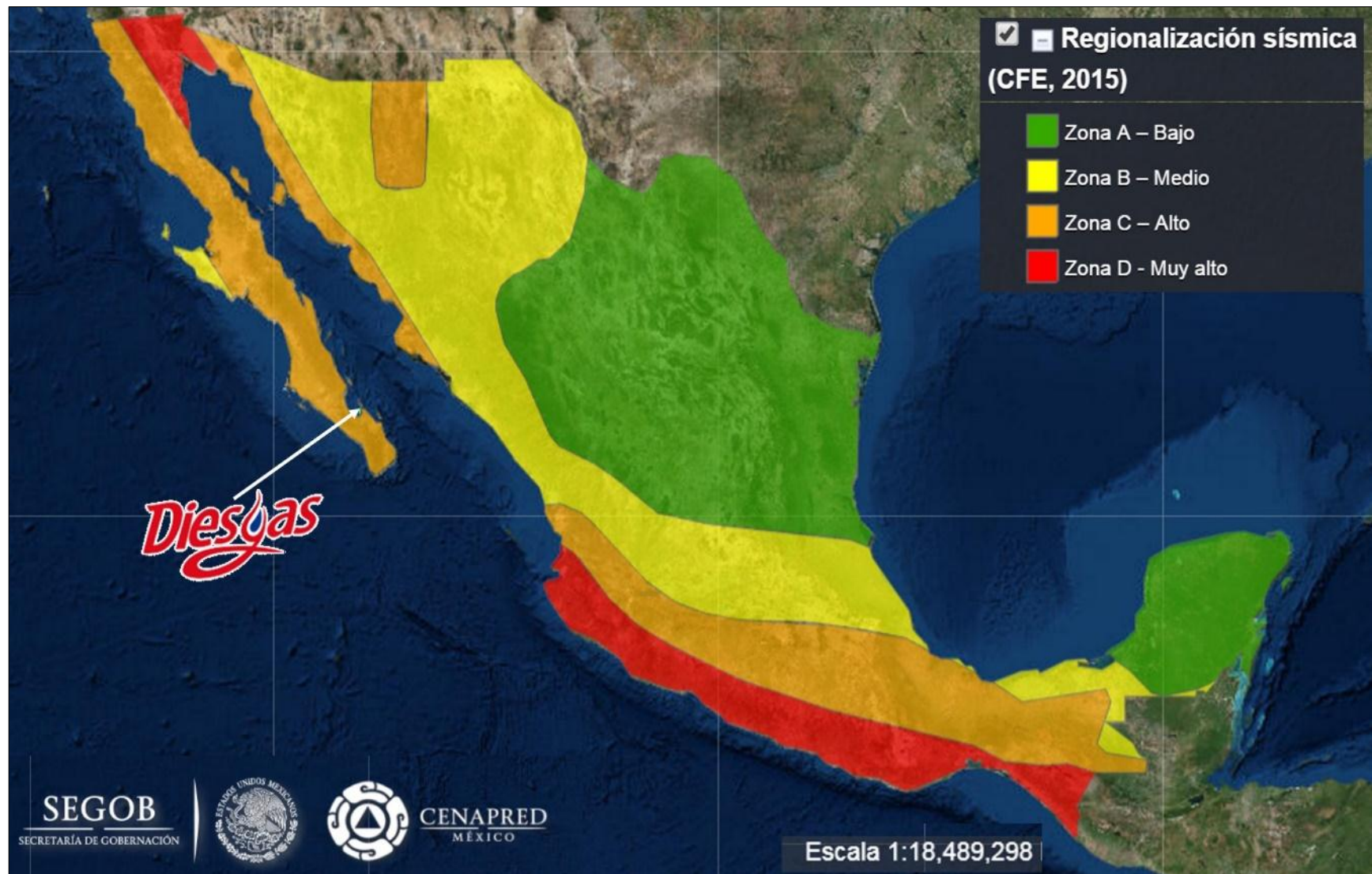


Figura V.1.32. Riesgo de sismicidad presente en el área del sistema ambiental.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED.

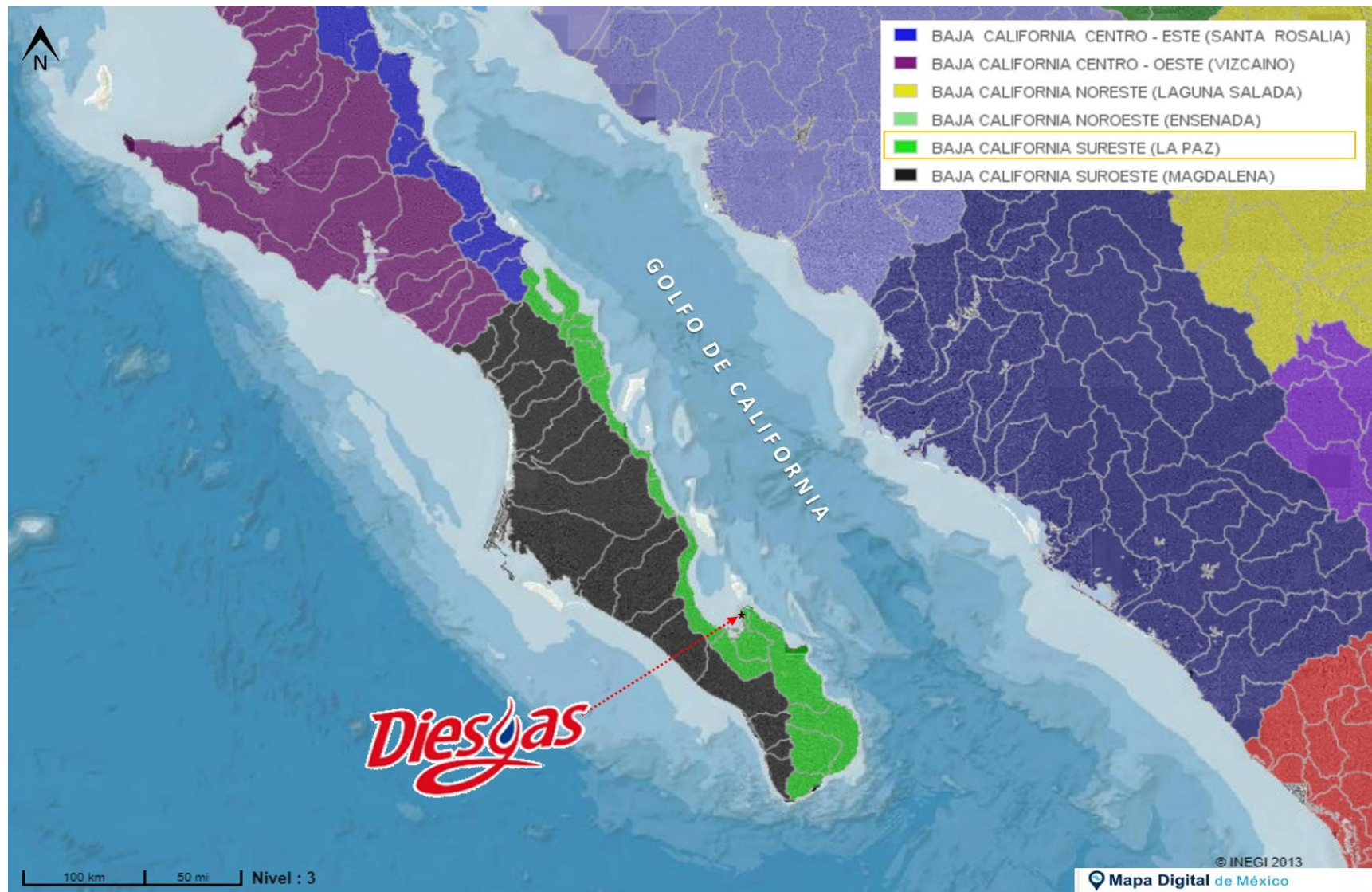


Figura V.1.34. Ubicación del Sistema Ambiental en la Cuenca Baja California Sureste (La Paz).

Fuente: Mapa Digital INEGI. Cuencas Hidrológicas, INEGI.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Mapa Digital de México INEGI. Corrientes y cuerpos de agua.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: Mapa Digital de México INEGI. Uso del Suelo y Vegetación.



Figura V.1.36. Especies de flora registradas en el área de muestreo; 1) *Stenocereus thurberi*,
2) *Fouquieria diguetii* y *Bursera microphylla*.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.1.37. Ubicación del transecto para observación de fauna en el área del Sistema Ambiental.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Sistema Ambiental.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Fuente: INEGI. Inventario Nacional de Viviendas 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

V.2. Fotografías.

Localización del Proyecto

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura V.2.1. El proyecto que promueve la empresa DIEGAS. S.A. de C.V. se ubica en la Carretera a Pichilingue Km. 18 dentro del Recinto Portuario del Puerto Comercial Pichilingue, C.P. 23208, Municipio de La Paz, Estado de Baja California Sur.

La empresa DIEGAS, S.A. de C.V. pretende la instalación de un solo recipiente esférico con una capacidad de 40,000 barriles, equivalente a 6,360,000 litros (3,720,918 Kg.) de gas l.p. al 100%, y del equipo necesario para la carga y descarga a través de Buque Tanque de Gas L.P., su transporte por tubería hasta la esfera de almacenamiento dentro de una superficie total de 45,809.5925 m² conformada por una zona terrestre de 15,691.2225 m² y una superficie marina de 30,118.37 m² a ubicarse en el Recinto Portuario del Puerto Comercial Pichilingue, en el Municipio de La Paz, Estado de Baja California Sur.



Figura V.2.2. El Área Terrestre 15,691.2225 m² que incluye un área de 14,688.053 m² dentro del predio total de la empresa y una superficie adicional solicitada a la API BCS de 1,003.17 m² para camino de acceso, donde se distribuye un sólo tipo de vegetación; *matorral sarcocaula* de acuerdo con la información de INEGI, sin embargo la vegetación se tiene reducida a pequeños arbustos y herbáceas representativas de zonas costeras, en esta área será donde se realizará la cimentación del tanque esférico y de todas las áreas que conformarán el proyecto.



Figura V.2.3. Superficie marina 30,118.37 m²: la zona marina no será intervenida principalmente porque la infraestructura marina está en su totalidad instalada, la empresa DIEGAS, S.A. de C.V., dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas de sujeción), cabe mencionar que esta superficie se encuentra impactada con anterioridad en virtud de que es utilizada como canal de navegación para el acceso a los muelles del Puerto de Pichilingue por embarcaciones de pasaje y carga

Infraestructura Marina



Figura V.2.4. Se dispone de un fondeadero de amarre a cuatro puntos (4 boyas de sujeción) para realizar las operaciones de descarga del buque tanque. La infraestructura marina está en su totalidad instalada y consiste; en el extremo profundo (9 m) se tienen instalados cuatro tubos de fierro, cédula 80 para uso marino y rellenos de concreto, paralela a línea y para protección de esta contra posibles impactos por embarcaciones marítimas se tiene instalada una línea de tubería de acero a cada lado sobre el lecho marino.

Línea de Recepción



Figura V.2.5. La línea de recepción tiene un diámetro de 6" con clasificación ASME para manejo de gas en medio marino y protección catódica e inicia en el punto de descarga del BTG y termina en el patín de recepción, en su extremo terminal marino se conecta a una manguera de neopreno especial para GLP con una longitud de 30 m y 6" de diámetro.

Accesos al Área del Proyecto

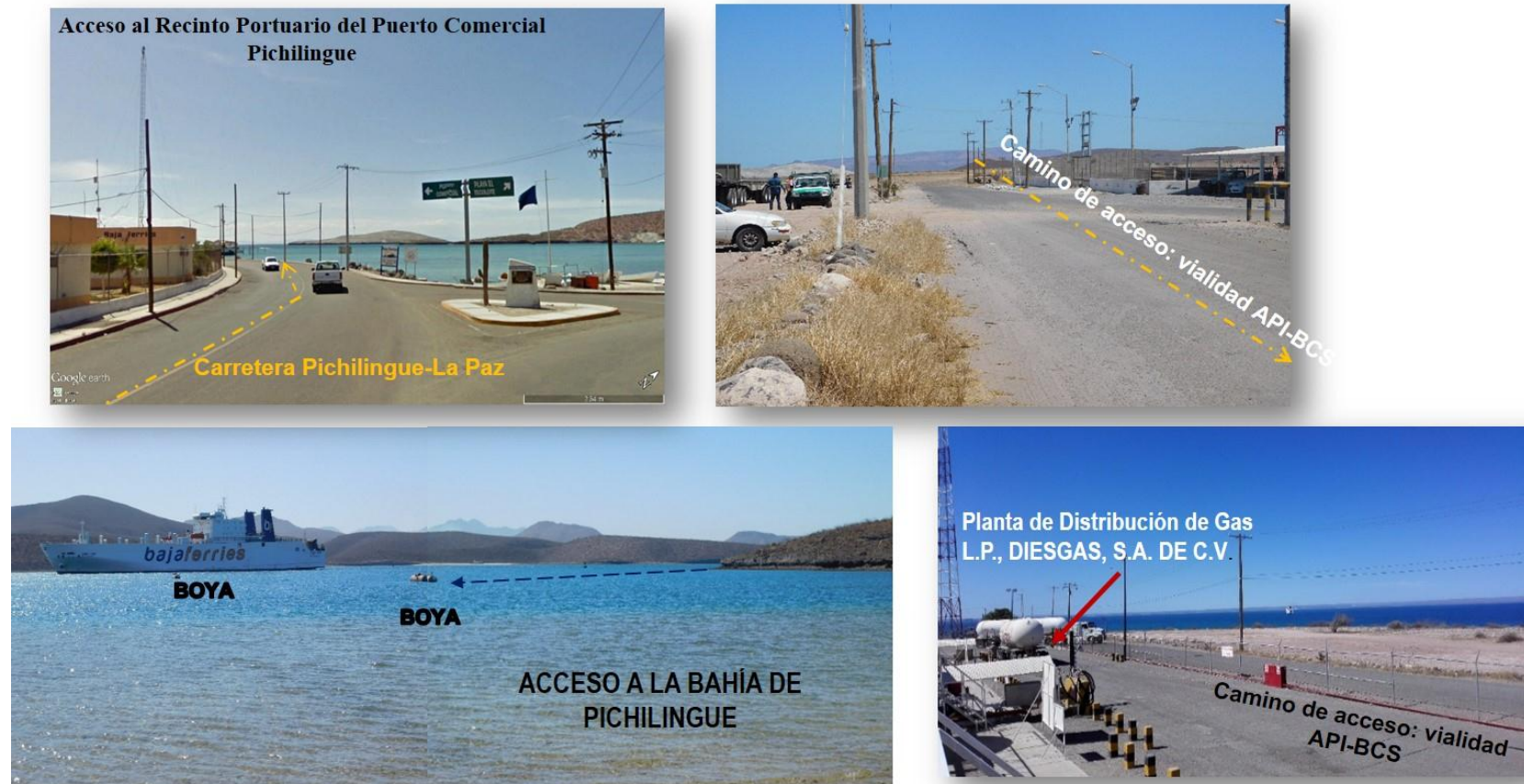


Figura V.2.6. Se cuenta con acceso terrestre de camino consolidado y restringido para tránsito seguro de los vehículos que ingresan al Recinto Portuario del Puerto Comercial de Pichilingue, por la carretera Pichilingue - La Paz, que comunica hacia el Sur con la ciudad de La Paz. Para el acceso marítimo se cuenta con rutas náuticas dentro de la bahía de Pichilingue controlados por personal de vigilancia de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur (API-BCS).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

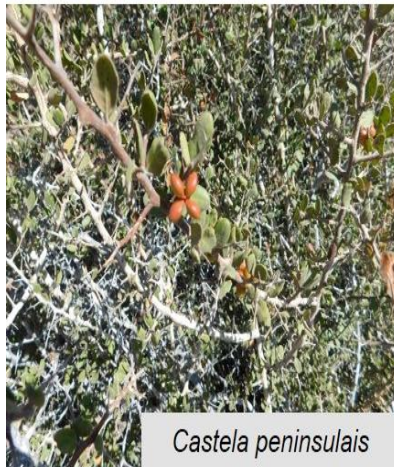
Figura V.2.7. Colindancias del proyecto con los alrededores

Flora en el Área del Proyecto



Figura V.2.8. En el área de muestreo se identificaron un total de 20 individuos correspondientes a 9 especies diferentes pertenecientes a 8 familias, siendo la más representada la familia Burseraceae con 2 especies, mientras que todas las demás familias sólo presentan 1 registro.

Flora en el Área del Proyecto



Flora en el Sistema Ambiental

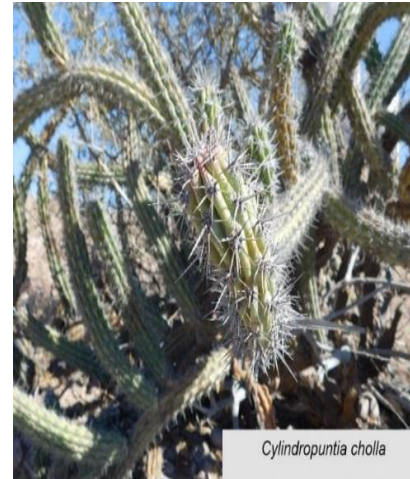


Figura V.2.9. Cabe resaltar que ninguna de las especies observadas se encuentra bajo algún estatus dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Especies de Aves Acuáticas registradas en el Sistema Ambiental.



Figura V.2.10. En el área del proyecto no se identificaron especies de fauna listados en algún régimen de protección que establece la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. No obstante por la ubicación del Sistema Ambiental inmerso en áreas de importancia ambiental de acuerdo con la regionalización de la CONABIO; fue posible la observación de *Larus livens* (gaviota pata amarilla), catalogada con Protección Especial (Pr) de acuerdo a la citada norma.



Figura V.2.11. Especies de aves registradas en el área terrestre del Sistema Ambiental

Figura V.2.12. Ave registrada en el área marina del proyecto



Figura V.2.13. Fauna encontrada.

Paisaje



Figura V.2.14. En relación con el paisaje no se ve afectación alguna principalmente porque la zona presenta características de zona costera con presencia de arbustos, y considerando que se encuentra dentro de la Bahía de La Paz y cuenta con gran biodiversidad terrestre y marítima, sin embargo el paisaje del sitio de estudio se ha visto modificado como consecuencia de la expansión de la instalación de infraestructura con fines de transporte y comerciales del Puerto de Pichilingue.

V.2 OTROS ANEXOS.

V.2.1. ANEXO A. ASPECTOS LEGALES

- Registro Federal de Contribuyentes del Promoviente
- Escritura Volumen III, Número (628) SEISCIENTOS VEITIOCHO con fecha del 02 de julio de 1981, otorgada por el Licenciado Juan Agustín Tames Hjar Notario Público en el Estado, quien protocolizó la escritura otorgada por el Sr. Enrique Beyles Osuna comisionado por DIEGAS, SOCIEDAD ANÓNIMA, en la que se dio fe del acta de la Asamblea General Extraordinaria donde se tomaron los acuerdos de transformar dicha personal moral en Sociedad Anónima de Capital Variable
- Escritura Volumen LVII, Número (15,479) QUINCE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE con fecha del 13 de noviembre de 2014 ante la fe del Licenciado Guilebaldo Flores Tirado Notario Público Número 118 de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, quien protocoliza una Acta de Asamblea General Extraordinaria de Accionistas, a solicitud del Sr. Licenciado Juan Carlos Cossio de la Garza, en su carácter de delegado de dicha Asamblea, celebrada por los socios de DIEGAS, S.A. DE C.V., el día 04 de noviembre de 2014, en la cual se toma el acuerdo de modificar el artículo segundo de los Estatutos Sociales.
- Escritura Volumen LV, Número (15,097) QUINCE MIL NOVENTA Y SIETE con fecha del 05 de marzo de 2014 otorgada ante la Fe del Lic. Guilebaldo Flores Tirado, Notario Público Número 118 en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, quien protocoliza una Acta de Asamblea General Extraordinaria de Accionistas, a solicitud del Sr. Licenciado Juan Carlos Cossio de la Garza, en su carácter de delegado de dicha Asamblea, celebrada por los socios de DIEGAS, S.A. DE C.V., el día 22 de enero de 2014, en la cual se tomó, entre otros, el acuerdo de fusionar DIEGAS, S.A. DE C.V. como Sociedad Fusionante que subsiste, con CALI GAS DE LA PAZ, S.A. DE C.V. como Sociedad Fusionada que se extingue
- Escritura pública Volumen LIII, Número (14,323) CATORCE MIL TRESCIENTOS VEINTITRES en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa de fecha del 06 de diciembre de 2012, otorgada ante la Fe del Licenciado Guilebaldo Flores Tirado Notario Público número 118 en el Estado, quien Protocoliza: Un Poder General para Pleitos y Cobranzas y Actos de Administración, que otorga DIEGAS, S.A. DE C.V. a favor del Sr. Ingeniero José Enrique Magaña López.
- Identificación Oficial del Ingeniero José Enrique Magaña López

V.2.2. ANEXO B. AUTORIZACIONES, PERMISOS Y OFICIOS

- Dictamen Técnico Favorable al Uso de Suelo Portuario, Comercial e Industrial emitido por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur mediante Oficio No OS-0446/2001 con fecha del 14 de diciembre de 2001.

- Autorización de Uso de Suelo con No. de Oficio 701.215/2001, emitido por el H. X Ayuntamiento de La Paz, Dirección General de Asentamientos Humanos, Obras Públicas y Ecología, con fecha del 23 de noviembre de 2001.
- Contrato de Cesión Parcial de Derechos y Obligaciones que celebran por una parte, Administración Portuaria Integral de Baja California Sur S.A. de C.V. (API) representada por su Director General L.A.E. Malcolm Neil Shroyer Schoen, y por la otra CALIGAS DE LA PAZ, S.A. DE C.V. a través de su representante legal C.P. Ángel Humberto Velardes Bernal, (Cesionario), donde la API sede parcialmente a la empresa CALIGAS, S.A. de C.V. una superficie total de 45,526.41 m² de zona federal del recinto portuario del puerto de La Paz, B.C.S. que se conforman por 22,051.97 m² de superficie terrestre y 23,474.44 m² de superficie marítima, que se destinarán a la construcción, uso, aprovechamiento y explotación de una terminal de uso particular, con fecha del 21 de febrero de 2002, con una vigencia de 40 años.
- Registro del Contrato de Cesión Parcial de Derechos y Obligaciones que celebran la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur S.A. de C.V. (API), y CALIGAS DE LA PAZ, S.A. DE C.V. asignado con el Número APIBCS01-016/02 ante la Subdirección de Administración Portuaria, Dirección de Concesiones y Permisos, Dirección General de Puertos de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de fecha del 02 de abril de 2002.
- Título de Permiso para uso y aprovechamiento de bienes de dominio público de la federación consistentes en zona marítima para la operación de dos boyas de amarre de uso particular, propiedad Nacional en el Puerto de Pichilingue, La Paz, Baja California Sur, emitido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el 9 de enero de 2003.
- Oficio de fecha del 03 de julio de 2014 con título “Convenio Modificadorio al Contrato de Cesión Parcial de Derechos y Obligaciones de fecha 21 de febrero de 2002, registrado bajo el número APIBCS01-016/02, ante la Dirección General de Puertos de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que celebran por una parte la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. (LA API), y por otra parte la empresa DIEGAS, S.A. DE C.V. por conducto del Lic. Freddy Pérez Osuna, apoderado legal (EL CESIONARIO)”, en el cual se señala que la API reconoce la fusión entre las empresas CALIGAS, S.A. de C.V. y DIEGAS, S.A. de C.V. y que está última asume como propios todos y cada uno de los derechos y obligaciones contraídos por CALIGAS, S.A. de C.V. en el Contrato citado, así como en el convenio adicional al contrato de cesión parcial de derechos, celebrado por La API y CALIGAS, S.A. de C.V. de fecha del 11 de julio de 2002, donde La API otorgó una superficie marítima adicional de 2,018.93 m² que constituyen una superficie total de 47,544.93 m² integrada por 22,052 m² de superficie terrestre y 23,474.44 m² de superficie marítima, registrado ante la Dirección General de Puertos de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante de la SCT bajo el número APIBCS01-016/02.M1 con fecha del 20 de agosto de 2002.

- Oficio Número: DG/0847/14 de fecha 20 de octubre de 2014 emitido por la Dirección General de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. que señala que el convenio modificatorio al contrato de cesión parcial de derechos y obligaciones celebrado con fecha del 03 de julio de 2014 con la API, fue debidamente registrado bajo el número APIBCS01-016/02.M2 ante la Dirección General de Puertos de la SCT.
- Oficio ASEA/UGI/DGGTA/0684/2017 expedido por la Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos con fecha del 16 de mayo de 2017, referente al Cambio de Titularidad de Autorización en Materia de Impacto Ambiental contenida en el Oficio S.G.P.A.-DGIRA.-DIA.-1644/02 con fecha del 21 de noviembre de 2002.
- Oficio de acuse dirigido a la Dirección General de la APIBCS, S.A. de C.V. con fecha del 27 de julio de 2018, donde se solicita una ampliación de una superficie terrestre de 1,003.17 m² adicionales, que será utilizada para las actividades operativas de la empresa
- Oficio de solicitud de autorización de obra “Planta de almacenamiento para suministro de gas l.p. en terminal marítima” con tipo de actividad o giro industrial: Almacenamiento de Gas L.P. considerada de alto riesgo, ubicado en el recinto portuario del Puerto de Pichilingue, B.C.S. dirigido a la Dirección General de la Administración Portuaria Integral de Baja California Sur, S.A. de C.V. con fecha del 10 de agosto de 2018.
- Resolución en materia de riesgo ambiental correspondiente al proyecto “Construcción y Operación Descarga de Buque Tanque Gasero y Planta de Almacenamiento y Suministro de Gas L.P.” oficio S.G.P.A.-DGIRA.-DIA.-1644/02 emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con fecha del 21 de noviembre de 2002 con una vigencia de 15 años.
- Resolutivo procedente en materia de impacto ambiental correspondiente al proyecto denominado “Operación y mantenimiento de la planta de distribución de gas l.p.” Oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/6199/2018 con fecha de emisión del 29 de mayo de 2018 por la Dirección General de Gestión Comercial, de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

V.2.3. ANEXO C. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- Estudio de Mecánica de Suelos.

V.2.4. ANEXO D. ANÁLISIS HAZOP

V.2.5. ANEXO E. MEMORIAS DE CÁLCULO Y SIMULACIONES DE LOS EVENTOS IDENTIFICADOS

V.2.6. ANEXO F. MEMORIAS TÉCNICAS DESCRIPTIVAS

- Memoria de Cálculo Estructural Cimentación Esfera. MCE-PCH-CE-001.
- Memoria de Cálculo Estructural Cuartos. MCE-PCH-CU-001.
- Memoria de Cálculo Estructural Cimentación Tanque 1000 m³. MCE-PCH-TA-001.
- Memoria Técnico Descriptiva Sistema Contra Incendio. MT-PCH-DI-004.
- Memoria Técnico Descriptiva Sistema Eléctrico MT-PCH-DI-001.
- Memoria Técnico descriptiva Mecánica
- Memoria de cálculos Diseño Mecánico y Estructural según la Norma NOM-009-SESH-2011. Recipientes para contener Gas LP tipo no transportable Esfera de 40M BIs. (6475 m3) TE-XXX. La Paz B.C.S.

V.2.7. ANEXO G. PLANOS

Planos Civiles.

- Plano de conjunto y planta arquitectónica. Plano No. PCH-DG-ARQ-001.
- Plano arquitectónico alzados Plano. No. PCH-DG-ARQ-002.
- Cimentación esfera. Plano No. PCH-DG-CIV-009.
- Muro de contención de derrames. Plano No. PCH-DG-CIV-010.
- Detalle hidrosanitario del sistema de control de inventario. Plano No. PCH-DG-CIV-011.

Planos Mecánicos.

- Intercambiador de calor tipo BXM condensador-recibidor ITEM: EA-101 “arreglo general”. Plano No. PLG-EA101-1002-01.
- Intercambiador de calor tipo BXM condensador-recibidor ITEM: EA-101 “arreglo general”. Plano No. PLD-EA101-1002-02.
- Intercambiador de calor tipo BEM calentador ITEM: EA-102^a/B/C “arreglo general”. Plano No. PLG-EA102-1002-01.
- Intercambiador de calor tipo BEM calentador ITEM: EA-102^a/B/C “detalle de boquillas”. Plano No. PLD-EA102-1002-02.
- Diagrama de flujo. Plano No. CC-152.

- Isométrico.
- Diagrama de Tubería e Instrumentación. Sistema de Licuefacción de Gas L.P. Plano No. MYK-17-1984.
- Diagrama de Tubería e Instrumentación. Sistema de Licuefacción de Gas L.P. Plano No. MYK-17-2303.
- Arreglo General paquete compresor 8K. Sistema de Licuefacción de Gas L.P. Plano No. MYK-17-2170.
- Interconexión general paquetes compresores 8K. Sistema de Licuefacción de Gas L.P. Plano No. MYK-17-2171.
- Isométricos arreglo paquete compresor 8K. Sistema de Licuefacción de Gas L.P. Plano No. MYK-17-2213.
- DTI Patín de medición (recepción). Plano No. PCH-DG-DTI-002.
- Patín de medición (recepción). Plano No. PCH-DG-MEC-002.
- Plano mecánico constructivo esfera TE-XX (40M Bls.) “arreglo general”. Plano No. PCH-DG-MCE-00IHI.
- Diagrama de tubería e instrumentación sistema de agua. Plano No. MYK-18-XXX3.

Planos Eléctricos.

- Plano eléctrico sistema pararrayos. Plano No. PCH-DG-ELEC-005.
- Plano eléctrico sistema de tierras. Plano No. PCH-DG-ELEC-004.
- Plano eléctrico diagrama unifilar. Plano No. PCH-DG-ELEC-001.

Planos Sistema Contra Incendio.

- Plano sistema contra incendio. Plano No. PCH-DG-SCI-001.
- Plano sistema contra incendio. Plano No. PCH-DG-SCI-002.