

CONTENIDO

CAPITULO I. DATOS GENERALES.	5
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	10
II.1. Nombre de la instalación.	11
II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.	11
II.1.2. Fecha de inicio de operaciones.	11
II.2. Ubicación de la instalación.	11
II.2.1. Planos de localización marcando puntos importantes de interés cercanos al proyecto en un radio de 500 m.	12
II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación.	16
II.2.3. Colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno.	16
II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad.	18
II.2.5. Descripción de accesos.	18
II.2.6. Infraestructura necesaria.	20
II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación.	22
II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.	23
II.5. Autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad.	23
CAPITULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.	24
III.1. Descripción de las características del entorno ambiental a la instalación.	25
III.2. Características climáticas entorno a la instalación.	36
III.3. Densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.	41

III.4. Giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación. ...	44
III.5. Deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación.	45
III.6. Susceptibilidad de la ubicación de la planta.	45
CAPÍTULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.....	48
IV.1. Vinculación con el plan de centro de población estratégico para San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez.	49
IV.2. Vinculación con El Plan Estatal De Desarrollo 2015-2020.	51
CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	53
V.1. Criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.	54
V.2. Descripción detallada del proceso.....	63
V.2.1. Programa general de trabajo.	63
V.2.2. Preparación del sitio.	64
V.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.	66
V.2.4. Etapa de construcción.	67
V.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.....	82
V.2.6. Etapa de abandono del sitio.	106
V.3. Listado de materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.....	106
V.4. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento.....	107
V.5. Equipos de proceso y auxiliares.....	109
V.6. Condiciones de operación.....	115

V.6.1 Balance de Materia.....	115
V.6.2. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.....	115
V.6.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.	115
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	116
VI.1. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos.....	117
VI.2. Identificación de riesgos.....	119
VI.3 Radios potenciales de afectación.....	158
VI.4. Zonas de alto riesgo y amortiguamiento.....	170
VI.5. Análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación.	172
VI.6. Recomendaciones técnico operativas.....	174
VI.7. Medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad	175
VI.8. Medidas preventivas que se aplicarán durante la operación normal de la instalación.....	176
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	180
VII.1. Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo.....	181
VII.2. Resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental.	181
VII.2.1. Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado.....	182
VII.3. Conclusiones del estudio.....	184
ANEXOS.	186
A.1. Documentación Legal.....	187
A.2. Hojas de Datos de Seguridad.....	188
A.3. Resumen Ejecutivo.....	189

A.4. Programa General de Trabajo.....	190
A.5. Planos.	191

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES

I.1. Nombre o Razón Social de la Empresa u Organismo.

TFCM, S. DE R.L. DE C.V.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa.

TFC170119FK8

I.3. Número de Registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

No aplica

I.4. Cámara o asociación a la que pertenece.

Asociación de Regulados del Sector Energético (en proceso)

I.5. Actividad productiva principal del establecimiento.

Terminal de Petrolíferos y Petroquímicos

I.6. Clave del Catálogo M A P.

ND

I.7. Código Ambiental (CA).

ND

I.8. Domicilio del Establecimiento.

Calle y número:	Eje 140, Km 4+000,
Colonia y/o barrio:	Parque Logístico
Código Postal:	78395
Entidad Federativa:	San Luis Potosí
Municipio o Delegación:	Delegación la Pila, S.L.P.

I.9. Domicilio para recibir y oír notificaciones.

Calle y número: Avenida Principal No. 255

Colonia y/o barrio: Fraccionamiento Interpuerto,
Parque logístico Fase V
Ampliada

Código Postal: 78395

Entidad Federativa: San Luis Potosí

Municipio o Delegación: San Luis Potosí

Correo electrónico: jorgewade@wtcindustrial.mx

I.10. Fecha de inicio de operaciones.

A definir (De acuerdo a autorizaciones)

I.11. Número de trabajadores equivalente.

38

I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta.

48

I.13. Número de trabajadores promedio por día y por turno.

30

I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal?

-NA-

I.15. ¿Pertenece a alguna corporación?

-ND-

I.16. Participación de capital.

Mixto

I.17. Número de empleos indirectos a generar.

30

I.18. Inversión estimada (M.N.)

\$ 90´000,000.00 USD (NOVENTA MILLONES DE DÓLARES AMERICANOS.)

I.19. Nombre del gestor o promovente

TFCM, S. DE R.L. DE C.V.

I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.

TFC170119FK8

I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo.

Gerencia Ambiental y Seguridad Industrial

I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).

Jorge Alberto Wade Coss

Representante Legal

I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.

Jorge Alberto Wade Coss

Representante Legal

I.24 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

ENIX, S.C.

I.25 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

Calle y número:	Av. Paseo de las Palmas No. 555 7° piso
Colonia y/o barrio:	Lomas de Chapultepec
Código Postal:	11000
Entidad Federativa:	Ciudad de México
Municipio o Delegación:	Miguel Hidalgo
Teléfono:	01 (55) 41636518
Correo electrónico:	cramos@enix.com.mx

I.26 Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

I.Q. Carlos Augusto Ramos Aguilar

Responsable Técnico del estudio

██

CÉDULA PROFESIONAL DE PERSONA FÍSICA,
ART. 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

II.1. Nombre de la instalación.

El proyecto se denomina: TERMINAL DEL CENTRO DE MEXICO, PETROLIFEROS Y PETROQUIMICOS, el cual consiste en la construcción de una Terminal de Almacenamiento y Reparto de Petrolíferos y Petroquímicos en San Luis Potosí, S.L.P., para los siguientes productos: Gasolina Premium, Gasolina Magna y Diésel, en su primera etapa. Los tanques tendrán 150,000 BBL de capacidad cada uno.

II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

En etapas subsecuentes se considera la posibilidad de añadir hasta cuatro tanques de 150,000 BBL de capacidad de almacenamiento cada uno, para productos como Etanol, Crudo Pesado y Ligero, Aceite Crudo, Condensado de Gas Natural, Condensado de Crudo y Nafta, por lo que la capacidad de planta será de 1'200,000 BBL de petrolíferos contando con ocho tanques de almacenamiento.

II.1.2. Fecha de inicio de operaciones.

A establecer

II.2. Ubicación de la instalación.

Calle y número:	Eje 140, Km 4
Colonia y/o barrio:	Parque Logístico (WTC)
Código Postal:	78395
Entidad Federativa:	San Luis Potosí

Municipio o Delegación: Delegación la Pila, S.L.P.

II.2.1. Planos de localización marcando puntos importantes de interés cercanos al proyecto en un radio de 500 m.

El WTC Industrial se encuentra ubicado en Avenida 87 Eje Central No. 140 Kilómetro 4. Colonia Parque Logístico, Zona Industrial, Ejido la Pila en el Municipio de San Luis Potosí, S.L.P., C.P. 78395, México. El proyecto se ubicará en el WTC Industrial 1, en la zona identificada como Fase V Ampliada

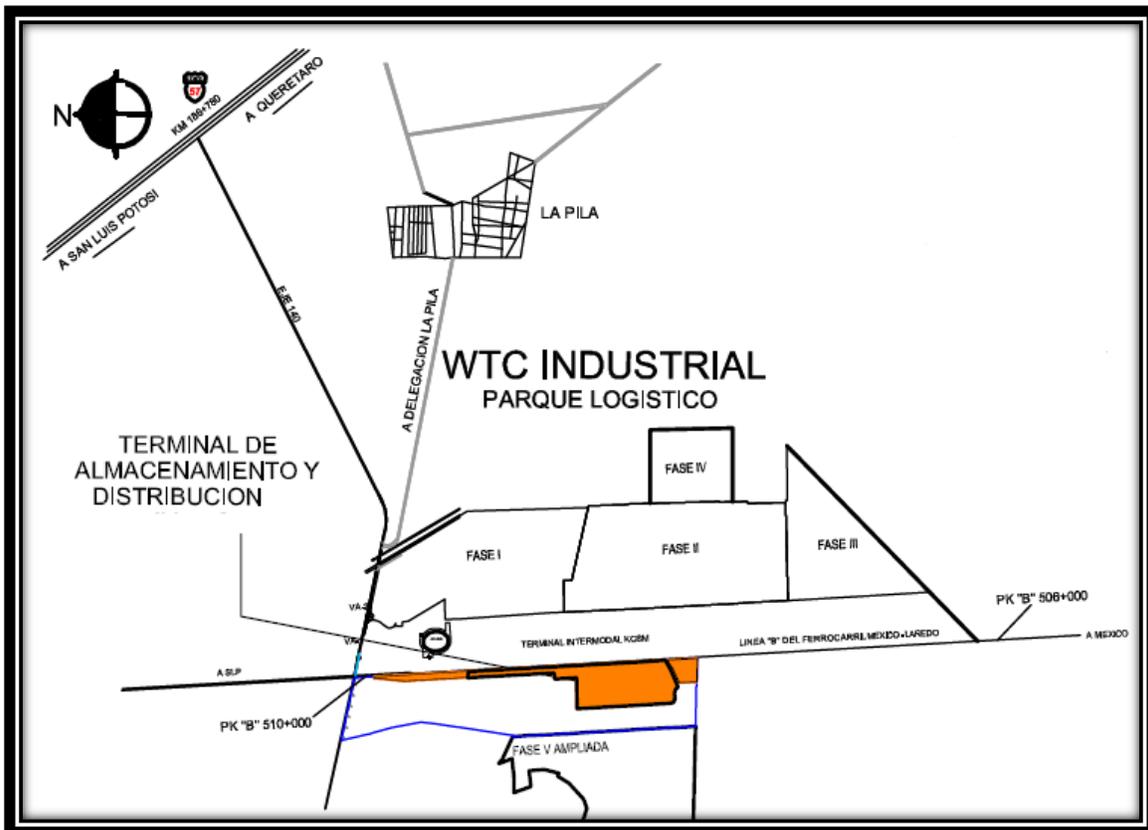


Fig. II.2.1.B. Localización del sitio del proyecto en el WTC Industrial 1, Fase V Ampliada

La ubicación estratégica del sitio del proyecto (WTC1), permite ubicarlo en una zona industrial, fuera de la zona urbana, pero cercano a la vez de todo tipo de servicios, lo que contribuye a contar en pocos minutos con hospitales, clínicas, empresas de servicios, escuelas y universidades, Aeropuerto Internacional de San Luis Potosí, entre otros.

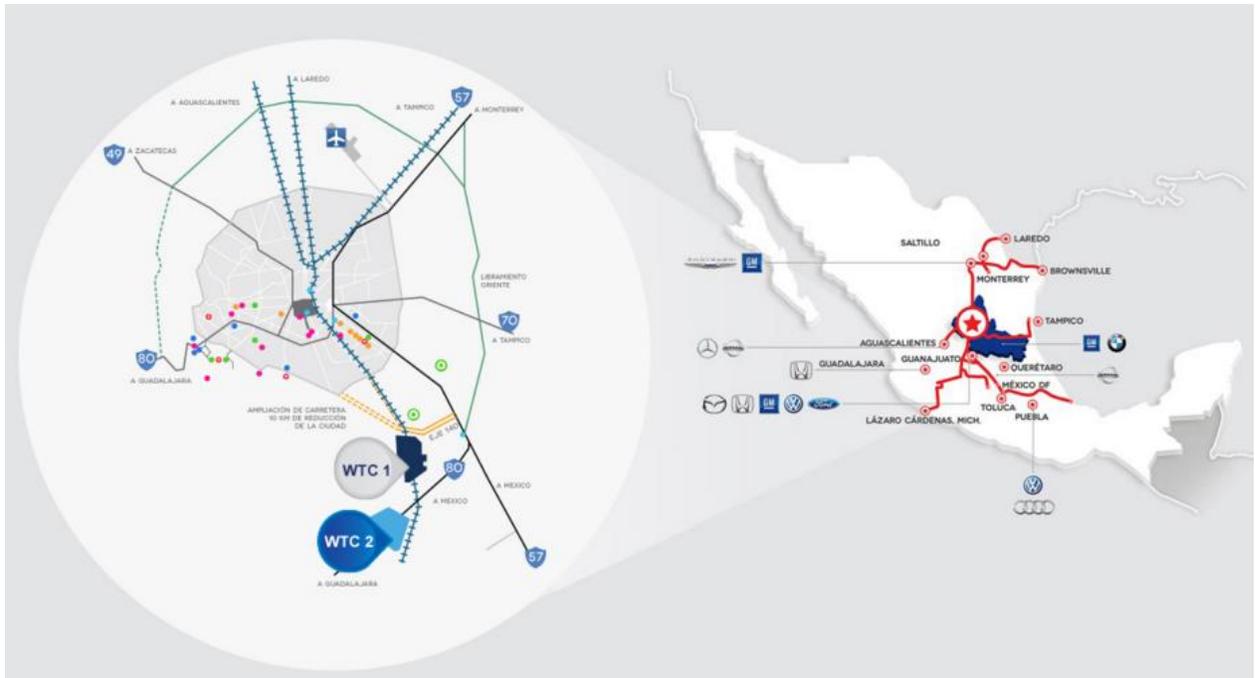


Fig. II.2.1.A. Localización del sitio del proyecto

A continuación, se puede apreciar la ubicación del proyecto, así como puntos de interés cercanos al mismo.

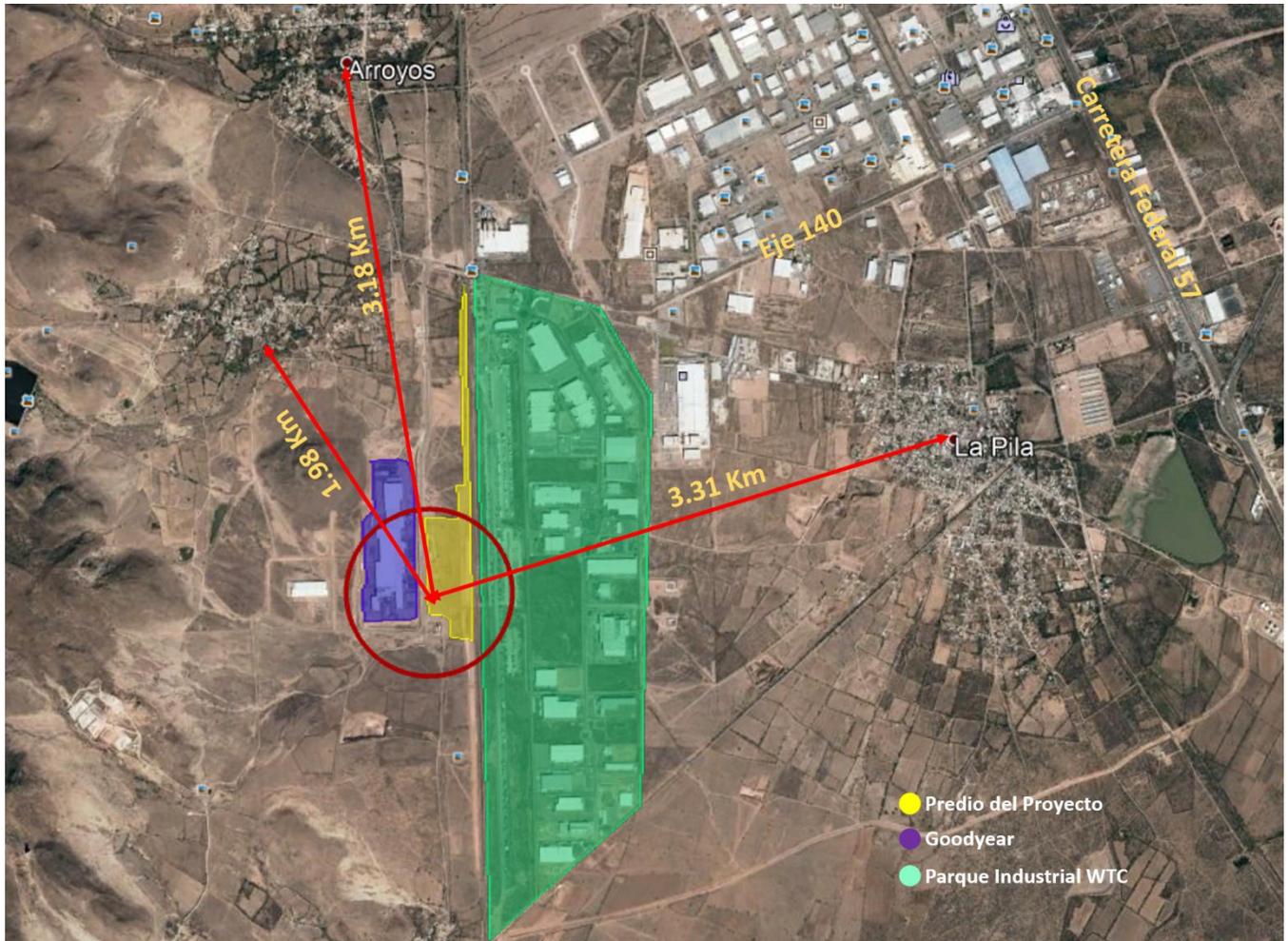


Fig.II.2.1.C. Localización del proyecto con puntos de interés

II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación.

El área de estudio se localiza dentro las siguientes coordenadas:

Tabla de Coordenadas	
Latitud N	Longitud O
22° 2'32.20"N	100°53'51.07"O
22° 2'24.54"N	100°53'52.02"O
22° 1'52.60"N	100°53'49.95"O
22° 1'52.52"N	100°53'51.54"O
22° 1'46.22"N	100°53'50.83"O
22° 1'46.15"N	100°53'57.92"O
22° 1'27.74"N	100°53'56.73"O
22° 1'27.40"N	100°53'56.20"O
22° 1'27.38"N	100°53'53.60"O
22° 1'26.43"N	100°53'52.15"O
22° 1'23.03"N	100°53'52.03"O
22° 1'22.63"N	100°53'47.08"O

II.2.3. Colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno.

El predio del proyecto TCM se encuentra localizado al interior del Parque Industrial WTC Industrial, del cual se dan las siguientes referencias en materia de autorizaciones:

- El 18 de septiembre de 1981, se publicó en el Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí, el decreto para la creación de la Zona Industrial del Municipio de San Luis Potosí, en una superficie de 1,283-11-46.70 hectáreas.
- El 17 de marzo de 2015 fue autorizado por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Estado de San Luis Potosí (SEGAM) el Proyecto

“Parque Logístico Fase V Ampliada” mediante el Oficio No. ECO.030.050/2015 en un predio de 1’871,302.151 m². El cual corresponde a la zona de desarrollo y crecimiento del WTC Industrial, en donde se ubicará el proyecto TCM.

- El 23 de enero de 2017, se ingresó ante la SEGAM, un Informe Preventivo para su análisis y evaluación en materia ambiental, el cual quedo registrado con el Número de Expediente IA.006/2017, el cual presentó como proyecto, la construcción y ampliación del Parque Industrial en comento, en un predio considerado dentro del decreto para la creación de la zona industrial publicado en el Periódico Oficial del Estado, así como en el Plan de Centro de Población Estratégica de San Luis Potosí es considerado en su zonificación secundaria como zona industrial.

Por lo anteriormente expuesto, se determina que el predio en donde se ubicará el proyecto TCM es al interior de un Parque Industrial, el cual cuenta con las autorizaciones de uso de suelo para actividades industriales.

El parque industrial está totalmente construido, y en sus inicios realizó el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, por lo que actualmente ya no es necesario realizar alguna actividad relacionado a ello, pues la zona en donde se ubicará el proyecto está totalmente urbanizada sin que existan flora y/ fauna forestal que pudiera verse afectada como se puede observar en el anexo fotográfico de este estudio.

II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad.

El predio del proyecto es la suma del área de vías de ferrocarril (existentes), y aquellas áreas que deberán ser construidas: vialidades, área de tanques de almacenamiento, casetas de vigilancia, oficinas, subestación eléctrica, planta de tratamiento, estacionamiento autos y pipas, entre otras.

La superficie total requerida para el proyecto, se desglosa de la siguiente manera:

1,528.83 m ²	superficie del Lote 2 manzana II
42,119.22 m ²	superficie del Lote 2 manzana III
<u>8,158.68 m²</u>	superficie del Lote I manzana IV
51,806.73 m ²	Total de superficie del proyecto

II.2.5. Descripción de accesos.

La ubicación estratégica del proyecto permite su fácil acceso por la Carretera Federal 57, San Luis Potosí- México, accediendo por El eje 140 de la zona industrial para después ingresar al Parque Industrial WTC.

Otra vía de acceso al parque industrial donde se ubicará el proyecto, es a través ingresando al eje 140 atreves de Av. Comisión Federal de Electricidad.

San Luis Potosí cuenta con una ubicación estratégica para el proyecto, dado que se encuentra ubicado al centro de la Republica, lo que permite una fácil conexión con diferentes Estados.



Fig. II.2.5.A. Vías de Acceso al Predio del Proyecto



II.2.6. Infraestructura necesaria.

Para el desarrollo de las actividades previstas en el presente estudio, el WTC Industrial (sitio en donde se encuentra inmersa el área del proyecto), cuenta con todos los servicios requeridos por la industria, dado que es un Parque Industrial de primer nivel, que se encuentra dentro de la zona industrial de San Luis Potosí, sus principales ventajas competitivas son:

- Cuenta con la terminal intermodal más grande de México, con 100 hectáreas destinadas para esta terminal.
- Cuenta con Oficina de Aduana con alta velocidad en sus procesos, ofreciendo servicios regionales.
- Cuenta con Recinto Fiscalizado Estratégico (RFE)
- Cuenta con acceso vía Carretera Federal No. 57 y Avenida 87
- Cuenta con Vías Férreas operadas por Kansas City Southern
- Es un Parque Industrial que cuenta con Certificación Ambiental por PROFEPA

Entre sus principales servicios se cuentan los siguientes:

- Sistema presurizado contra incendios bajo las normas NFPA y Factory Mutual.
- Altos estándares de seguridad con circuito cerrado de televisión y vigilancia 24/7.
- Moderno sistema de telecomunicaciones a través de líneas digitales y fibra óptica.
- Red de abastecimiento de agua con redundancia a través de dos pozos.
- Sistemas de drenaje de aguas residuales y pluviales.
- Instalaciones de tratamiento de aguas residuales con tecnología de vanguardia.
- Suministro eléctrico en media tensión 13.2 KV y alta tensión en 115 KV y 230 KV.

- Gas Natural.
- Transporte privado y público.
- Líneas telefónicas e internet de alta velocidad.

II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación.

Para el proyecto TCM consideraremos como obra asociada, el sistema de drenajes pluviales que es muy importante para el mismo.

La terminal se diseñará para controlar los escurrimientos de lluvia y dirigirlos a los canales pluviales existentes en el WTC Industrial y a aquellos que han sido construidos para la infraestructura ferroviaria existente y que para el proyecto se considera como parte del mismo.

Se realizaron estudios hidrológicos considerando períodos de retorno para un evento de tormenta de 25 años / 24 horas, mediante análisis utilizando el Método Racional junto con la metodología de diseño de drenaje de jurisdicción local de la comisión Estatal del Agua. Las estructuras de drenaje propuestas y / o extensiones fueron dimensionadas para cumplir o exceder las capacidades de estructura existentes. El análisis hidráulico se realizó utilizando la metodología HY-8 y/o la considerada por el consultor.

El drenaje de la plataforma consistirá en la utilización de la trinchera de descarga con salidas separadas a lo largo del centro de la plataforma para acomodar la separación de carril a carril para un evento de tormenta de 25 años / 24 horas.

Los puntos de recolección se alimentarán de las tuberías subterráneas de polietileno de alta densidad, redirigiendo la escorrentía hacia un estanque de retención de plataforma forrada donde se evaluará la calidad del agua antes de entrar al sistema de aguas pluviales locales. Cabe señalar que los escurrimientos que puedan entrar en contacto con productos de hidrocarburos se enviarán a una fosa de separación tipo API de tamaño suficiente que se incluirá como parte del proyecto TCM.

II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.

30 personas

II.5. Autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad.

- El 17 de marzo de 2015 fue autorizado por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Estado de San Luis Potosí (SEGAM) el Proyecto “Parque Logístico Fase V Ampliada” mediante el Oficio No. ECO.030.050/2015 en un predio de 1´871,302.151 m². El cual corresponde a la zona de desarrollo y crecimiento del WTC Industrial, en donde se ubicará el proyecto TCM.
- El 23 de enero de 2017, se ingresó ante la SEGAM, un Informe Preventivo para su análisis y evaluación en materia ambiental, el cual quedo registrado con el Número de Expediente IA.006/2017, el cual presentó como proyecto, la construcción y ampliación del Parque Industrial en comento, en un predio considerado dentro del decreto para la creación de la zona industrial publicado en el Periódico Oficial del Estado, así como en el Plan de Centro de Población Estratégica de San Luis Potosí es considerado en su zonificación secundaria como zona industrial.
- Se cuenta con resolución de la SEMARNAT para la autorización en materia de impacto ambiental de las vías férreas que se han mencionado, existen en el sitio del proyecto (OFICIO NÚM. 144.1.-SDGPARN.-UGA.-DIRA.-0637/17 emitido el 11 de abril de 2017).

CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO

III.1. Descripción de las características del entorno ambiental a la instalación.

Vegetación.

La vegetación en México es una de las más diversas en la tierra, pues en su territorio están representados prácticamente todos los grandes biomas que se han descrito de la superficie de nuestro planeta (Rzedowski, 1981).

De acuerdo con éste autor, la zona de estudio pertenece a la Provincia Florística de la Altiplanicie, ubicándose en la Región Xerófila Mexicana del Reino Neotropical (Rzedowski, 1984).

Tipo de vegetación de la zona.

El predio se encuentra en una zona donde las diferentes actividades y el equipamiento y la urbanización principalmente han provocado la desaparición total de la vegetación original, no contando con vegetación importante. El predio se encuentra semiurbanizado, por lo que el área del proyecto no cuenta con vegetación representativa, más que la común en terrenos baldíos (Fig.III.1.A)

Principales asociaciones vegetacionales.

Cabe señalar que el Parque Industrial cuenta con una autorización para el cambio de uso de suelos de terrenos forestales para su construcción y operación, actividad que realizó para la urbanización del propio parque, motivo por el cual el predio del proyecto no cuenta con vegetación forestal. El cambio de uso de suelo de terrenos forestales estuvo a cargo de la empresa propietaria del WTC Industrial. Como se ha venido mencionando, el predio no cuenta con vegetación forestal que pudiera encontrarse en estatus o en peligro de extinción.

Vegetación endémica.

En el predio del presente proyecto, no se observaron especies endémicas y/o en peligro de extinción, por lo que la NOM-059-SEMARNAT-2010 no aplica en este caso particular.

Fauna.

El área donde se ubica el proyecto es una zona que ya ha sido impactada por todas las actividades que ha realizado el hombre en la zona, además del cambio de uso de suelo realizado por el Parque Industrial, motivo por el cual el predio se encuentra desprovisto de fauna.

Al igual que en el caso de la flora, no existe fauna en el sitio del proyecto ni en sus alrededores que se encuentren bajo algún status de protección.

Geomorfología.

De acuerdo con Tamayo (1949) el territorio de San Luis Potosí se encuentra conformado por cuatro regiones geomorfológicas: Planicie Costera Nor-Oriental, Sierra Madre Oriental, altiplanicie Meridional y Altiplanicie Septentrional.

En base a la clasificación anterior, el área de estudio queda comprendida en la región denominada Altiplano, perteneciendo a la sub-región de las Serranías Meridionales.

El área de estudio queda comprendida en la provincia geomorfológica “Mesa del Centro” dentro de la unidad ambiental denominada Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato (Sistema llanura de piso rocoso).

De manera general, la provincia geomorfológica “Mesa del Centro” de edad Mesozoica, se encuentra formada básicamente por material aluvial y residual; aunque también se encuentran sierras volcánicas ácidas bordeando algunas llanuras, generadas por la acción volcánica del terciario.

El Sistema llanura de piso rocoso, donde se encuentra inmersa la ciudad de San Luis Potosí, está constituido por material aluvial acarreado y depositado por las corrientes en las partes bajas, su geología es de aluvi3n del cuaternario y sus sistemas de topo forma es de llanura aluvial. El 1rea que ocupa es relativamente plana, ya que las altitudes varían de 1900 a 1950 m.s.n.m.



Fig.III.1.A. Geomorfología.

Geología.

Sobre el territorio del Estado de San Luis Potosí afloran con mayor frecuencia las rocas sedimentarias, entre las que destacan: calizas, aluviones, margas y lutitas.

En lo que respecta a los aluviones, éstos son abundantes en el Altiplano donde han quedado como consecuencia de los grandes períodos de erosión, alcanzando enormes extensiones y espesores. En la zona de estudio se encuentran este tipo de rocas.

Finalmente, para ampliar la información en este rubro, se consultó la Carta Geológica esc. 1:50,000, San Luis Potosí F-14-A-84 de INEGI, en la cual se corroboró que en la zona donde se encuentra inmersa el área de Estudio predominan los suelos de tipo aluvial (Fig.III.1.B).

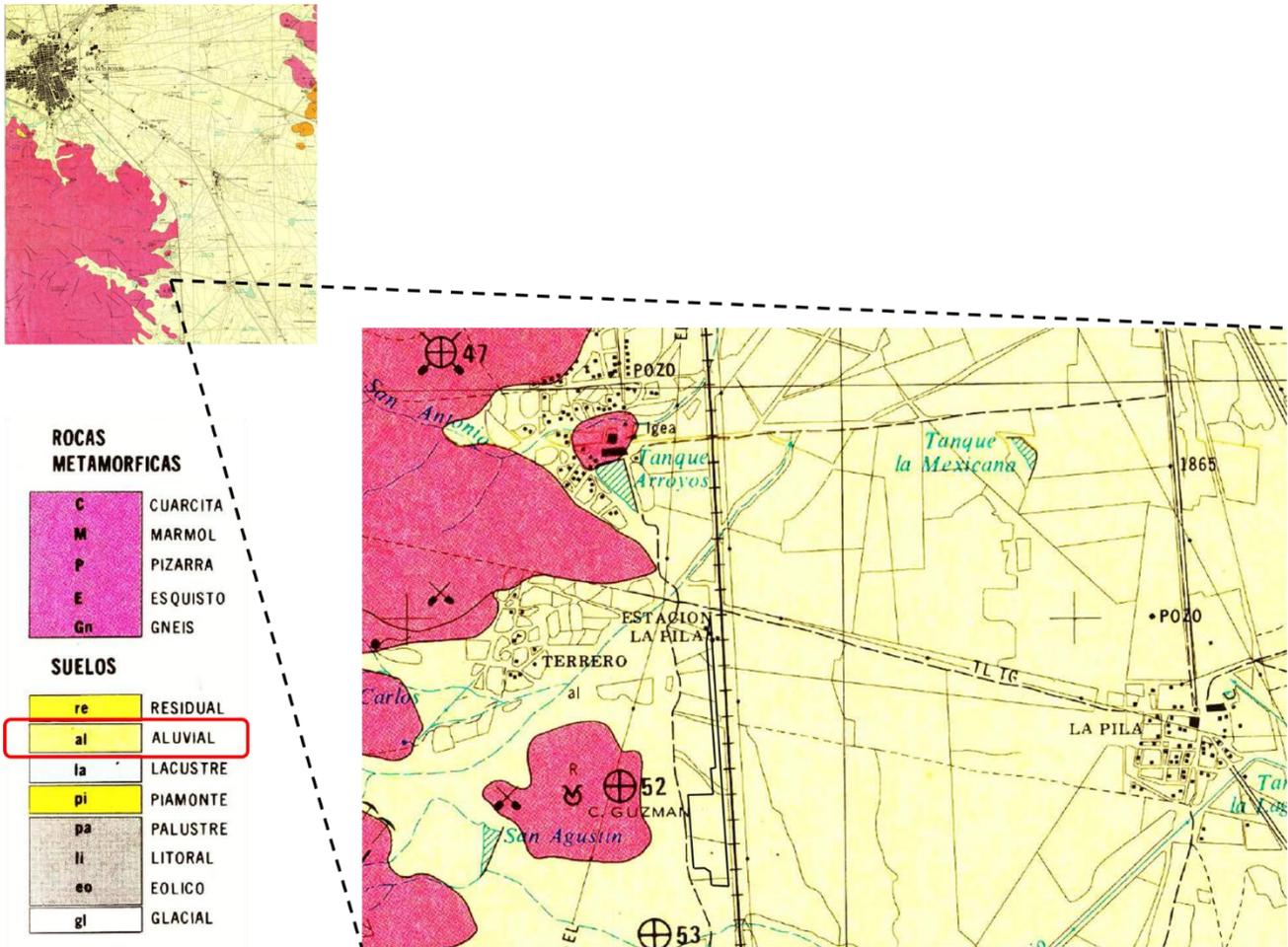


Fig.III.1.B. Geología.

Edafología.

La interacción de diferentes factores tales como el clima, el substrato geológico y las condiciones topográficas determinan en gran medida las propiedades y características de los diferentes tipos de suelo que han sido reportados en el Estado de San Luis Potosí.

Los suelos de las regiones áridas se caracterizan por ser suelos con poco contenido de materia orgánica. En la parte donde se ubica el sitio de interés, predomina la riolita como roca madre, en esta zona la coloración del suelo varía de grisáceo a castaño o rojizo, pero casi siempre es clara. La textura es característicamente arenosa y su reacción es generalmente ácida, pero a veces neutra o ligeramente alcalina.

De acuerdo a la Carta Edafológica F-14-A-84 de INEGI, la edafología que presenta el predio que conforma el área de estudio corresponde al tipo Phaeozem Háplico (Hn), el cual cubre en la totalidad el predio de proyecto (Fig.III.1.C).

La topografía donde se presenta este tipo de suelos es de terrenos planos a ligeramente ondulados, con pendientes menores de 8%.

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de las unidades edáficas presentes en el área de estudio.

- Phaeozem Háplico (Hn)

La mayor parte de este suelo presenta fase dúrica somera (a menos de 50 cm de profundidad).

Los suelos de tipo feozema son suelos bien desarrollados y con un alto potencial agrícola. Su drenaje, permeabilidad, susceptibilidad a la erosión, es moderada.

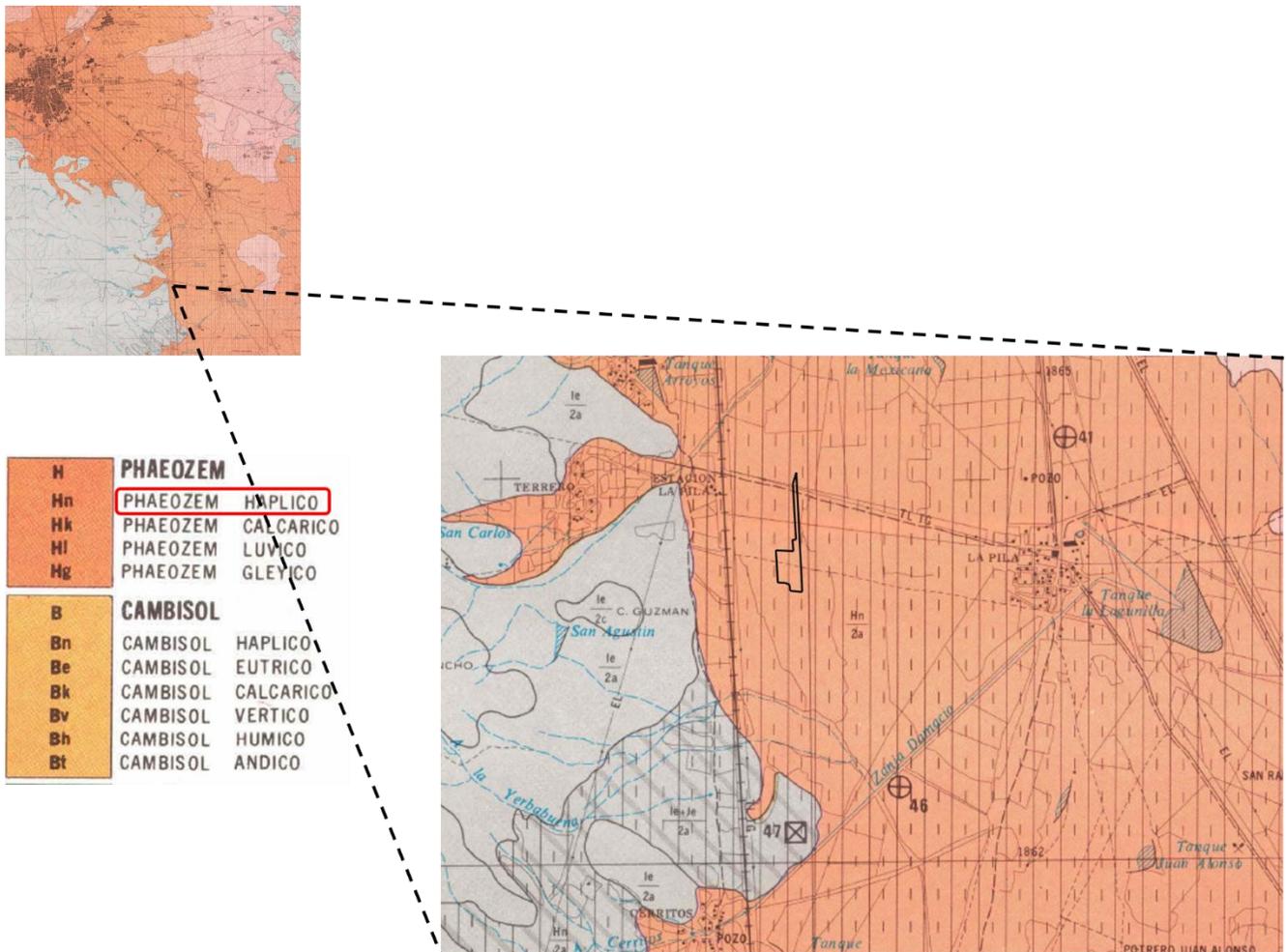


Fig.III.1.C. Carta Edafológica San Luis Potosí

Hidrología.

Hidrología Superficial.

En la Carta de Aguas Superficiales (Fig.III.1.D) se puede apreciar que la Ciudad de San Luis Potosí se encuentra inmersa en la unidad hidrogeomorfológica de planicie con predominancia de suelos y escurrimiento lento o laminar. Al oeste sobresale la unidad de lomeríos y pie de monte con escasos afloramientos de roca y con ríos y arroyos de pendientes moderadas.

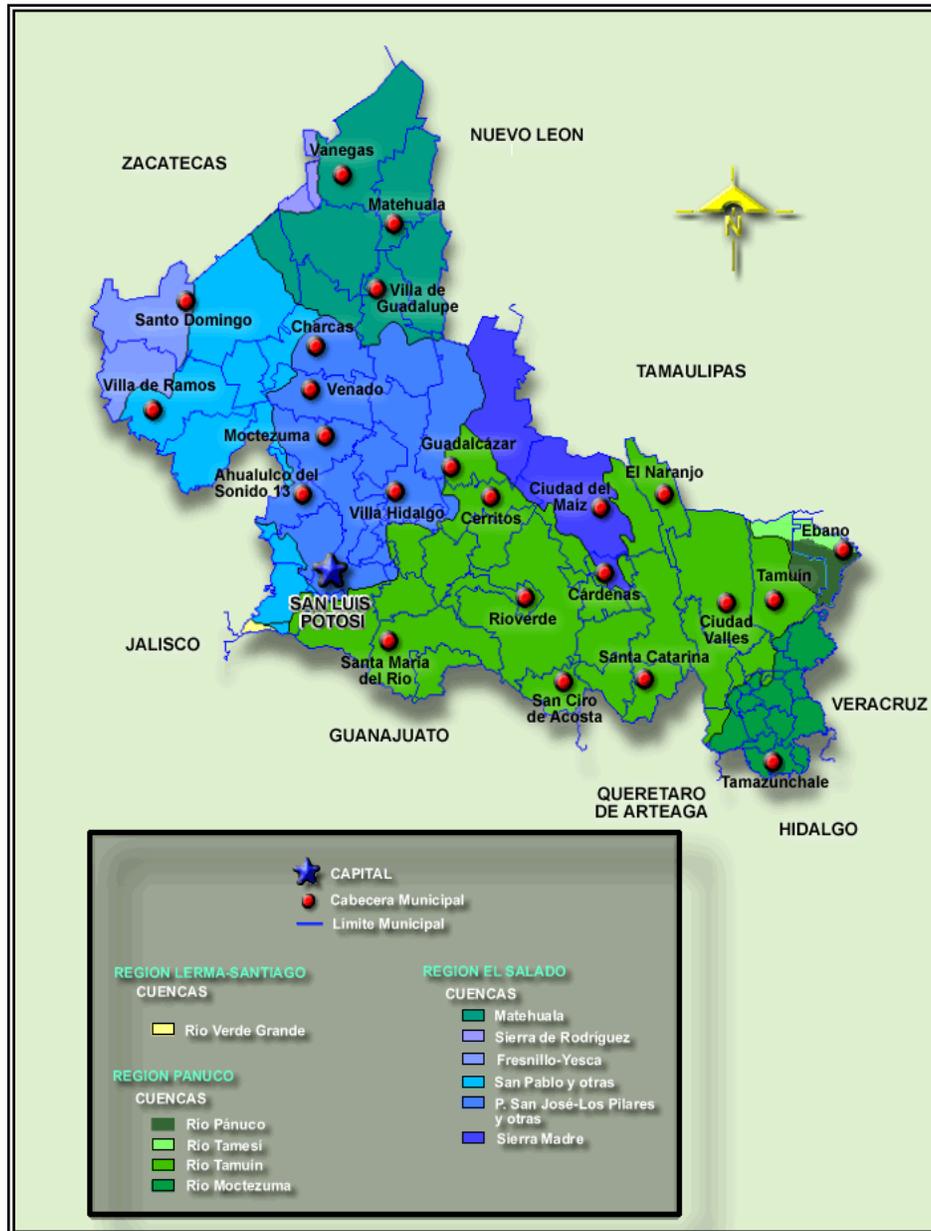


Fig.III.1.D. Mapa de Hidrología Superficial



Fig.III.1.E. Carta de Hidrología Superficial

Almacenamientos Superficiales.

Como ya se ha mencionado, entre los principales almacenamientos superficiales con los que cuenta el Estado de San Luis Potosí se encuentran: la Presa Gonzalo N: Santos ubicada al suroeste de la Ciudad de San Luis Potosí y la presa San José que se localiza al oeste de la ciudad. La primera de ellas drena una superficie de 81 km, en tanto que su capacidad de almacenamiento es de 8 millones de m³. La presa San José drena un área de 265 km, con una capacidad de almacenamiento de 8.8 millones de m³. La finalidad de ambas presas es el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de San Luis Potosí.

Los excedentes se dejan escurrir por el cauce del río Santiago.

Las corrientes más importantes y que cruzan la mancha urbana son el “Río Santiago” y el “Río Española”, los cuales forman parte del dren de la Ciudad.

A pesar de que los principios físicos son los mismos, la hidrología de áreas urbanas está determinada por dos características distintivas:

1. La preponderancia de superficies impermeables (pavimentos, edificaciones, etc.)
2. La presencia de la mano del hombre o sistemas de drenaje hidráulicamente improvisados.

Hidrología Subterránea.

En el valle de San Luis Potosí, donde se encuentra enclavada la zona de estudio se reporta la existencia de dos acuíferos (uno superior y otro inferior), El primero de ellos es de tipo libre, sus niveles estáticos varían de 4 a 32 metros en norias y pozos, con profundidades de entre 8 y 80 metros, respectivamente.

El acuífero inferior es de tipo semiconfinado, sus niveles estáticos van de 56 a 125 metros en pozos con profundidades de entre 25 y 450m. Debido a la buena calidad de sus aguas suministra el 90.5% del abastecimiento total, con una explotación de 95 millones de m³ anuales.

En la parte sur del valle, la dirección del flujo es de sur a norte, lo que indica una recarga subterránea proveniente de la parte sur del valle. Hacia el noreste de la Ciudad. de San Luis Potosí los flujos se concentran debido a la sobreexplotación del valle.

Es importante señalar que la recarga de los acuíferos se realiza por infiltración directa del agua de lluvia y por la infiltración de las corrientes superficiales.

En base a la Carta Hidrológica f-14-4 de INEGI, correspondiente a Aguas Subterráneas, el sitio de interés queda comprendido dentro de la unidad de material granular sin agua (Fig.III.1.F).

En la misma figura, se puede apreciar que la Ciudad de San Luis Potosí se encuentra inmersa en un área de concentración de pozos, con calidad de agua dulce.

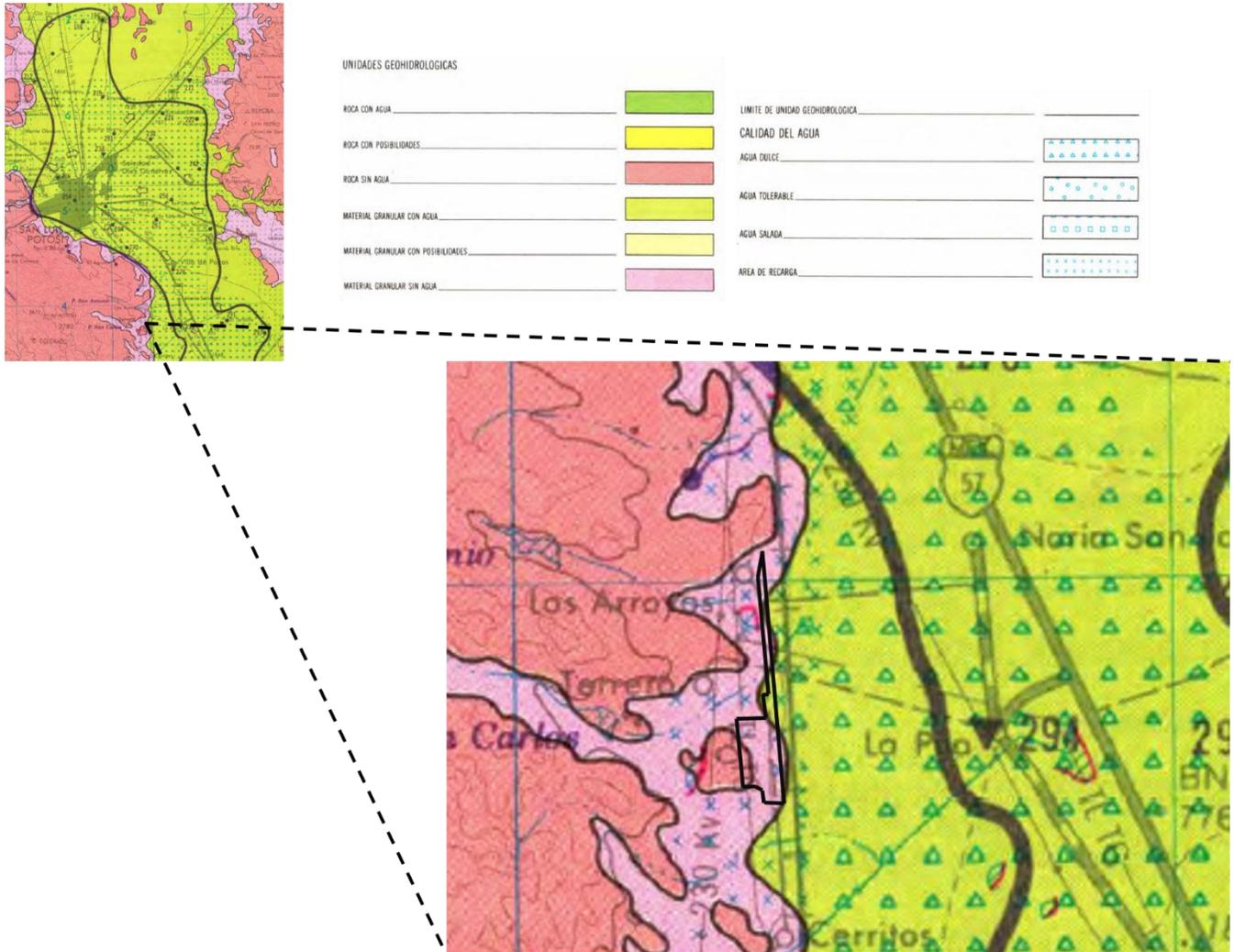


Fig.III.1.F. Hidrología de Aguas Subterráneas.

Dicha unidad se encuentra constituida por suelos aluviales y lacustres, con partículas que van de finas a gruesas. Los acuíferos principales se localizan en los Valles de San Luis Potosí, Villa de Arista y sureste de Angostura.

III.2. Características climáticas en el entorno de la instalación.

Al no contar con especificaciones climáticas puntuales dentro de la zona del Proyecto, no podemos presentar las características puntuales del sitio, por lo que a continuación se presenta información existente en cuanto a características climáticas de la capital para fines de estudio del entorno del área del Proyecto.

El Estado de San Luis Potosí se ubica en la porción central del territorio de la República Mexicana; la mayor parte de su extensión se localiza sobre la altiplanicie de México, otras fracciones corresponden a la Sierra Madre Oriental y a la Planicie del Golfo de México.

Limita al norte con Coahuila, con Guanajuato, Querétaro e Hidalgo al Sur; con Veracruz e Hidalgo al este; con Zacatecas por el oeste; por el Noreste con Nuevo León y Tamaulipas y por el suroeste con Jalisco.

La cabecera municipal de San Luis Potosí se localiza entre las coordenadas geográficas 22° 09´ 10” de Latitud Norte y los 100° 58´ de Longitud Oeste, a una altitud sobre el nivel del mar de 1,877m.

Clima.

En el Estado de san Luis Potosí se presentan diferentes condiciones climáticas, aunque más del 70% de su territorio se caracteriza por ser árido (casi toda la zona correspondiente al Altiplano).

La latitud, la cercanía del mar y la dirección de los vientos son los factores que intervienen de manera importante, en la existencia del clima árido en la mayor parte del estado, por estar situado dentro o muy cerca del cinturón de altas presiones atmosféricas, que es una zona donde prevalecen corrientes descendentes de aire y como resultado, una escasez de precipitación.

El estado se distingue por tener tres tipos de climas que son:

- Zonas de climas cálidos
- Zonas de climas Templados
- Zonas de climas secos



Imagen.III.2.A. Climas en San Luis Potosí

El clima que se presenta en la Capital del Estado, es clima seco, ya que se encuentra en la región altiplano, donde la precipitación media anual varía entre los 100 mm y los 400 mm y se dan temperaturas de 16° a 28° en promedio.

Temperaturas promedio.

La temperatura media anual que se registra en el municipio varía entre 16° C y 28° C, la oscilación térmica es extremosa, ya que la diferencia entre el mes más cálido y el más frío es entre 7° C y 14°C.

Las estaciones climatológicas ubicadas en la Zona Metropolitana, una en San Luis Potosí, y la otra en Soledad de Graciano Sánchez, establecen una temperatura media anual de 17.4° C, siendo enero el mes más frío con 13° C y junio el más cálido con 21° C.

En la siguiente imagen se muestran las temperaturas promedio (2016) que se dan en la zona de estudio.

Estación Concepto	Periodo	Mes											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
San Luis Potosí	2014	13.1	17.3	18.4	20.8	19.8	20.5	18.2	18.5	17.0	15.9	12.1	12.2
Promedio	De 1950 a 2014	13.1	14.7	17.3	19.9	20.9	20.4	19.2	19.2	18.3	17.1	15.2	13.5
Año más frío	1966	10.2	12.4	13.7	17.8	19.1	18.0	18.2	18.4	17.3	14.8	9.9	10.5
Año más caluroso	1998	13.4	15.4	18.5	21.8	24.4	24.2	21.3	21.3	20.3	17.9	18.3	15.0

Fig.III.2.B. Temperatura promedio anual en San Luis Potosí

Precipitación promedio anual.

En la ciudad de San Luis Potosí existen dos máximos bien marcados de precipitación, uno en mayo y otro en septiembre, donde prevalecen las lluvias de tipo torrencial, de corta duración y gran intensidad.

En el clima seco templado con verano cálido se registra una precipitación anual de 100 mm a 300 mm anuales, concentrados en el verano y parte del otoño, particularmente de mayo a octubre. En la mitad de esta época se presenta una temporada de canícula, donde disminuye la precipitación.

Las estaciones climatológicas antes mencionadas registran para la Zona Metropolitana, una precipitación anual de 330 mm, siendo febrero el mes más seco con 5.6 mm y septiembre el más húmedo con 60 mm.

La evaporación presenta valores medios anuales de 1900 a 2300 mm en las partes áridas del Altiplano (San Luis Potosí, Obregón y Matehuala).

La información correspondiente a la precipitación pluvial promedio mensual reportada en la Ciudad de San Luis Potosí se muestra en la siguiente figura.

Precipitación total mensual (Milímetros)		Mes											
Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Concepto													
San Luis Potosí	2014	12.7	0.0	2.9	1.8	81.0	61.7	39.0	13.9	150.4	12.3	23.6	1.5
Promedio	De 1950 a 2014	12.7	8.8	6.2	19.5	35.7	65.6	65.3	55.7	63.9	29.2	12.8	10.6
Año más seco	2000	1.0	0.0	0.0	0.0	7.5	61.3	3.0	29.1	6.0	27.9	7.5	25.4
Año más lluvioso	2004	25.4	1.8	51.9	1.6	62.1	152.2	94.8	41.6	88.1	23.8	0.0	7.5

Fig.III.2.C. Precipitación Promedio Anual

Vientos.

En la parte occidental del Altiplano soplan vientos secos, que llevan en suspensión gran cantidad de partículas de tierra y presentan ciertos rasgos de las tempestades de arena de tipo desértico.

Los vientos alisios procedentes del Golfo de México, son los dominantes en la mayor parte del territorio de San Luis Potosí. La dirección de los vientos varía de NE a SE; son vientos que van de moderados a débiles

En la capital del estado en los meses de febrero y marzo soplan fuertes vientos provenientes del oeste y suroeste, los cuales transportan grandes cantidades de sedimentos de las áreas desprovistas de vegetación, provocando tolvaneras y grandes desastres ya que esto ocasiona que se derrumben árboles, anuncios, postes, etc.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
4.7	3.8	5.8	5.2	4.9	4.7	3.6	4.3	3.9	3.1	4.5	3	4.7
SW	E	SW	SW	E	E	ENE	ENE	ENE	E	ENE	E	
5.2	4.2	3	3.1	8.6	3.2	3.6	3.1	3.6	2.9	4.8	2.7	3.1
SW	SW	E	E	W	ENE	ENE	ENE	ENE	E	SW	E	
3.1	4.4	4.8	3.8	4.2	4.1	4	4.2	3.9	3.6	1.7	3.5	4.2
E	WSW	SW	E	E	ENE	ENE	E	E	ENE	ENE	E	
4.3	4.3	4.3	4.3	3.3	3.6	4.2	4	3.5	3	3	2.8	4.3
WSW	SW	E	WSW	E	E	E	E	ENE	E	E	E	
3.8	4	4.5	4.3	3.6	4.1	3.8	-	-	-	-	-	3.8
SW	SW	SW	SW	E	E	E						
-	3.5	3.9	3.9	3.5	4	3.7	3.6	3	2.8	2.4	2.4	3.5
	SWS	E	E	E	E	E	E	ENE	E	E	E	
4.7	3.1	3.3	5	3.1	3.2	3.6	3.6	3.3	2.2	2.9	5.5	3.1
SW	E	E	SW	E	E	ENE	E	ENE	E	E	SW	
-	5.4	6.4	-	3.4	3.2	4	3.5	2.5	-	-	-	
	SW	SW		E	E	ENE	ENE	E				

Tabla.III.2.D. Vientos en San Luis Potosí.

III.3. Densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.

La información estadística de los eventos censales, en nuestro caso en particular para el Municipio de San Luis Potosí, se muestra a continuación en la Tabla III.3.A que compara las tasas de crecimiento anual de la población del Estado y la del Municipio en un lapso de 20 años.

CUADRO 01 PROYECCIONES DE POBLACIÓN ESTATAL Y MUNICIPAL								
LOCALIDAD	TASA DE CRECIMIENTO 2000-2010	POBLACIÓN TOTAL						INCREMENTO POBLACION 2010-2015
		2000	2010	2012*	2013*	2014*	2015*	
ESTADO S.L.P	1.18	2,299,360	2,585,518	2,646,889	2,678,118	2,709,716	2,741,687	156,169
MUNICIPIO S.L.P	1.43	670,532	772,604	794,812	806,154	817,658	829,327	56,723

Tabla.III.3.A. Cuadro de población Estatal y Municipal.

En la siguiente tabla (Tabla.III.3.B) se observa que la tasa de crecimiento en la Delegación la Pila es del 2.94.

ZONAS MUNICIPALES	TASA DE CRECIMIENTO 2000-2010	2000	2010	2012*	2013*	2014*	2015*	INCREMENTO 2010-2015
MUNICIPIO	1.43	670,532	772,604	794,812	806,154	817,658	829,327	56,723
ZONA URBANA AGREGADA	1.41	635,067	730,153	750,815	761,364	772,061	782,909	52,756
CIUDAD DE S.L.P.	1.38	630,226	722,772	742,852	753,100	763,490	774,023	51,251
LOCALIDADES CONTIGUAS	4.31	4,841	7,381	8,031	8,377	8,738	9,114	1,733
ZONA RURAL	1.81	35,465	42,451	44,005	44,804	45,617	46,444	3,993
POZOS (ZONA RURAL)	4.77	5,091	8,116	8,909	9,335	9,780	10,247	2,131
LA PILA	2.94	8,145	10,885	11,535	11,874	12,224	12,583	1,698
BOCAS	-0.31	10,409	10,090	10,027	9,996	9,965	9,934	-156
NO DELEGACIONAL NORTE	0.32	5,312	5,486	5,521	5,539	5,557	5,575	89
NO DELEGACIONAL SUR	3.06	5,827	7,874	8,363	8,618	8,882	9,153	1,279

FUENTE: ITER (Integración Territorial), Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010 (INEGI). Tasas de crecimiento intercensal determinadas por el IMPLAN

NOTA: *Proyecciones realizadas por el IMPLAN con Tasa de crecimiento intercensal Fórmula: $X = \text{Pob.} * ((\text{tasa}/100) + 1)^{\text{años a proyectar}}$.

Tabla.III.3.B. Tasa de Crecimiento en Delegación la Pila.

En la siguiente tabla (Tabla.III.3.C) se muestra cómo ha aumentado la población en la Delegación la Pila en San Luis Potosí.

Las localidades se enlistan en el orden de mayor a menor población en el censo 2015.

NO.	LOCALIDAD	TASA 2000-2010	POBLACIÓN TOTAL					
			2000	2010	2012*	2013*	2014*	2015*
1	LA PILA	3.11	4,950	6,722	7,146	7,368	7,597	7,833
2	ESCALERILLAS	1.89	3,964	4,778	4,960	5,053	5,149	5,246
3	LAGUNA DE SANTA RITA	0.54	2,496	2,635	2,664	2,678	2,693	2,707
4	SAN NICOLÁS DE LOS JASSOS	4.87	1,299	2,089	2,297	2,409	2,526	2,649
5	FRACCIÓN MILPILLAS	3.89	1,056	1,546	1,668	1,733	1,801	1,871
6	CIUDAD SATÉLITE	-	0	1,448	-	-	-	-
7	RINCONADA	3.34	995	1,382	1,476	1,525	1,576	1,629
8	ARROYOS	1.22	1,211	1,367	1,401	1,418	1,435	1,452
9	FRACCIÓN EL AGUAJE	2.12	1,074	1,325	1,382	1,411	1,441	1,472
10	CERRITOS DE ZAVALA	-0.79	1,302	1,203	1,184	1,175	1,166	1,156
11	POZUELOS	3.97	741	1,094	1,183	1,230	1,278	1,329
12	PEÑASCO	0.69	1,013	1,085	1,100	1,108	1,115	1,123
13	MESA DE LOS CONEJOS	5.45	630	1,071	1,191	1,256	1,324	1,396
14	EL JARALITO	3.36	765	1,065	1,138	1,176	1,216	1,257
15	BOCAS (ESTACIÓN BOCAS)	-0.33	1,068	1,033	1,026	1,023	1,019	1,016
16	EL TERRERO SUR	2.93	743	992	1,051	1,082	1,114	1,146
17	LA MELADA	2.53	748	960	1,009	1,035	1,061	1,088
18	CAPULINES	2.65	714	927	977	1,003	1,029	1,056
19	COLONIA INSURGENTES	7.80	336	712	827	892	961	1,036
20	NORIA DE SAN JOSÉ	5.01	412	672	741	778	817	858
21	BOSQUES LA FLORIDA	5.99	374	669	752	797	844	895
22	LA MANTEQUILLA	-2.16	804	646	618	605	592	579
23	TANQUE EL JAGÜEY	5.70	367	639	714	755	798	843
24	PANALILLO	1.34	535	611	627	636	644	653
25	GONZÁLEZ	-0.55	600	568	562	559	556	553
26	CERRITOS LA PILA	4.44	364	562	613	640	669	698
27	FRACCIÓN LA ANGOSTURA NORTE	5.51	328	561	625	659	695	734
28	LA MANTA	0.11	531	537	538	539	539	540

FUENTE: ITER (Integración Territorial) Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010 (INEGI). Tasas de crecimiento intercensal determinadas por el IMPLAN

Tabla.III.3.C. Crecimiento de Población.

La conformación de los grupos de edades y proporción de la Delegación, tienen relación con los diferentes niveles educativos así como con la edad productiva, en donde, la edad de 25 a 59 años representa más del 43% de la población de la Delegación (Tabla.III.3.D).

ZONAS MUNICIPALES	INFANTES 0 A 14 AÑOS	JÓVENES 15 A 24 AÑOS	ADULTOS 25 A 59 AÑOS*	ADULTOS MAYORES 60 AÑOS Y MÁS
MUNICIPIO	210,007	149,615	334,928	66,196
ZONA URBANA AGREGADA	195,660	141,029	319,047	62,635
CIUDAD DE S.L.P.	193,178	139,566	316,165	62,148
LOCALIDADES CONTIGUAS	2,482	1,463	2,882	487
ZONA RURAL	14,347	8,586	15,881	3,561
POZOS (ZONA RURAL)	2,552	1,591	3,357	545
LA PILA	3,669	2,293	4,184	695
BOCAS	3,401	1,987	3,442	1,073
NO DELEGACIONAL NORTE	1,668	1,052	1,952	724
NO DELEGACIONAL SUR	2,965	1,624	2,824	459

FUENTE: ITER (Integración Territorial), Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI).

Tabla.III.3.D. Grupo de edades.

III.4. Giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación.

El predio del proyecto se localiza dentro del parque industrial “World Trade Center” el cual tiene autorización de uso de suelo industrial.

Dicho lo anterior las principales actividades que se desarrollan al entorno al predio del presente estudio son actividades relacionadas al sector industrial en general.

Como se puede apreciar en la siguiente figura (Fig.III.4.A) en un radio de 500 m, al predio se encuentran empresas de giro principalmente automotriz como lo son Goodyear, Faurecia Automotive, Draxlmaier Automotive, entre otras.

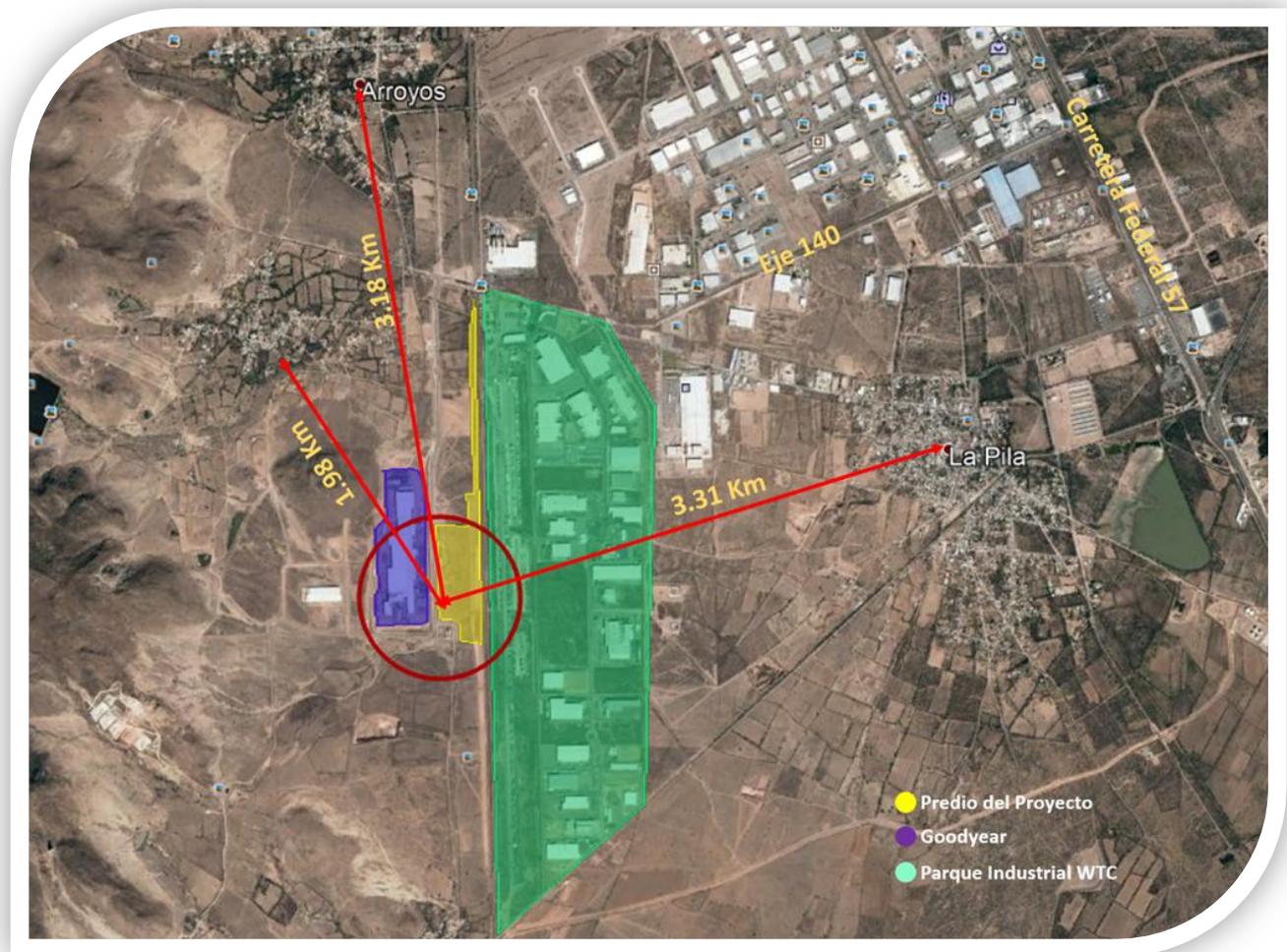


Fig.III.4.A. Actividades entorno al predio del proyecto.

III.5. Deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación.

El proyecto, caso de estudio del presente, no contempla deterioro en flora y fauna al desarrollo de sus actividades, toda vez que las actividades que se llevarán a cabo en las instalaciones se llevarán a cabo dentro de un Parque Industrial, el cual cuenta con previa autorización en materia de impacto ambiental para su construcción.

Así mismo el predio donde se llevara a cabo el proyecto se encuentra dentro de la llamada Zona Industrial de la Capital Potosina, por lo que al momento de la elaboración del presente estudio, no se cuenta con flora y fauna forestal dentro del predio, existiendo únicamente arbustos típicos de predios abandonados los que se encuentran dentro del área de estudio.

III.6. Susceptibilidad de la ubicación de la planta.

El Predio donde se pretende localizar el proyecto, se encuentra ubicado en una zona susceptible a:

SUSCEPTIBILIDAD	SI	NO
Terremotos (sismicidad).		X
Corrimientos de tierra.		X
Derrumbamientos o hundimientos.		X
Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.).		
Inundaciones (historial de 10 años).		X
Pérdidas de suelo debido a la erosión.		X
Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.		X
Riesgos radiológicos.		X
Huracanes.		X

Fig.III.5. Susceptibilidad en la zona del predio del proyecto.

De acuerdo al Plan de Centro de Población Estratégico para San Luis Potosí, en su plano MSLP-PCP-09 (MAPA GENERAL DE RIESGOS) el área de estudio no es susceptible a sequias, tormenta eléctrica, agrietamientos, incendios, envenenamientos, contaminantes, explosiones y zonas inundables (Fig.III.6.A).

San Luis Potosí había sido considerado como una región “asísmica”, sin embargo, las estadísticas de frecuencia e intensidad con que se “sienten” los sismos en nuestro estado y principalmente en la capital, han puesto de manifiesto que si bien, San Luis Potosí está a 400 kilómetros de la mayoría de los epicentros, recibe efectos de los sismos en el orden de los a 4 grados Richter, que de acuerdo a las estadísticas obtenidas del Sistema Sismológico Nacional, reportaron 8,216 sismos entre los años de 1990 y 2000, indicando una sismicidad moderada, la cual debe ser considerada.

Cabe señalar que aún no se han reportado efectos por temblores, sin embargo es importante considerar lo anterior para determinar las implicaciones que tendrá la ubicación de empresas altamente contaminantes en un lugar inadecuado.

El área en donde se localiza el predio del proyecto, no se ha definido como un área en donde existan problemas de hundimientos y/o agrietamientos.

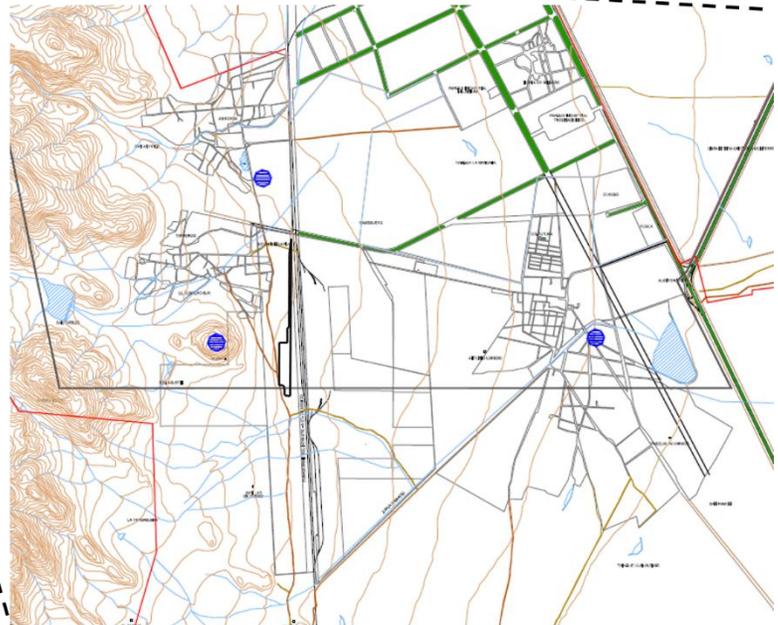
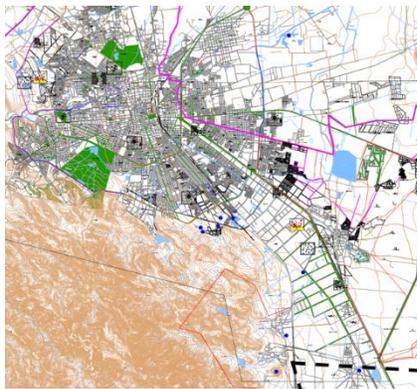


Fig.III.6.A. Mapa General de Riesgos San Luis Potosí

CAPÍTULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

IV.1. Vinculación con el plan de centro de población estratégico para San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez.

MARCO GENERAL DE PLANEACIÓN

Medio Ambiente.-

Respecto al medio ambiente, la contaminación del aire y del agua han alcanzado niveles tales que tienen efectos negativos sobre la salud y el bienestar de la población. Por lo que el medio ambiente es prioritario. Se trata de un mandato social, de una convicción de gobierno, de una estrategia para el crecimiento de largo plazo y, finalmente de un requerimiento ético y comercial de la nueva convivencia internacional.

Sustentabilidad.-

En materia de sustentabilidad, el desarrollo debe ser limpio, preservador del medio ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos. Así el desarrollo debe sustentarse en la vida.

Zonificación Secundaria.-

El Plan de Centro de Población Estratégica para San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, determina la zonificación secundaria, en donde puede determinarse en el Plano P-CP-E 2003 que la zona en donde se ubicará el proyecto, cuenta con un uso de suelo industrial, como puede apreciarse en la siguiente imagen:

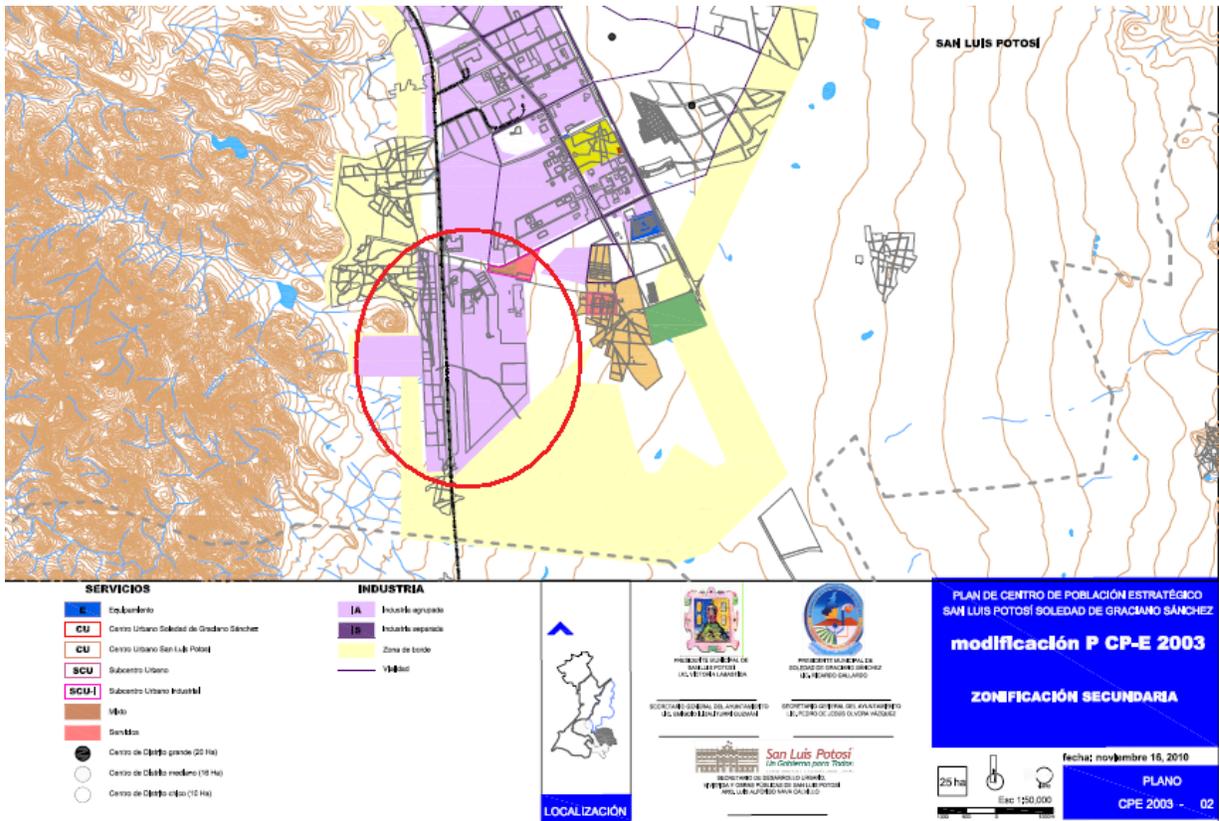


Fig. IV.1.A. Plano de Zonificación Secundaria P CP-E 2003 del Plan de Centro de Población Estratégico de San Luis y Soledad.

Vinculación con el proyecto.-

El proyecto forma parte importante del desarrollo industrial de San Luis Potosí, contribuyendo con ello a fortalecer el desarrollo de la Zona Metropolitana, por ello es importante que la empresa cumpla con los tres aspectos que señala el Plan de Centro de Población en materia de desarrollo: Planeación considerando el medio ambiente, el desarrollo sustentable y cumpliendo el ordenamiento de uso de suelo existente. Todos ellos han sido considerados por el proyecto desde su diseño.

IV.2. Vinculación con El Plan Estatal De Desarrollo 2015-2020.

Eje Rector 1: San Luis Próspero

En este apartado se presenta el Eje Rector 1: San Luis Próspero.

Vertiente 1.1. Más y mejores empleos

Características del Empleo en el Estado

La población económicamente activa (PEA) de San Luis Potosí al cierre de 2015 fue de 1´174,432 personas. San Luis Potosí se ubica entre los 4 estados con menor desocupación con una tasa de 2.7%.

En general, el nivel de ingresos promedio de la población ocupada en el Estado es inferior al promedio nacional. El reto en los próximos años es generar más empleos y mejor remunerados.

Vertiente 1.1. Más y mejores empleos

OBJETIVO A. Impulsar la ocupación laboral con empleos de calidad.

ESTRATEGIA A.1 Fomentar la inversión en el Estado de empresas líderes en áreas estratégicas del desarrollo, que generen una oferta de trabajo calificado y con salarios competitivos.

Vertiente 1.2. Impulso al Desarrollo Industrial

El sector industrial en el Estado se caracteriza por una fuerte presencia de la industria manufacturera, que en 2014 representó 62% del PIB del sector secundario. La industria de la construcción es el otro sector con mayor dinamismo en la economía con una participación del 21%.

Vertiente 1.5. Infraestructura, desarrollo urbano y movilidad

El Estado cuenta con una población urbana de 1'764,106 habitantes (65% de la población total), con la siguiente distribución: 40% en la zona conurbada San Luis - Soledad; 12% en Matehuala, Ciudad Valles, Rioverde y Tamazunchale, y 48% en 61 localidades de entre 2,500 y 25 mil habitantes.

Dado que San Luis Potosí es un nodo logístico a nivel nacional, es importante destacar que cuenta con terminales intermodales de gran tamaño y con un recinto fiscalizado estratégico, que ofrece ventajas de tiempo y costo en los flujos de distribución de mercancías.

Vinculación con el proyecto.-

El proyecto forma parte importante en el desarrollo industrial del Estado, y por ello conlleva un compromiso no sólo de contribuir en la generación de empleos y el desarrollo de la industria, sino que además, debe hacerlo de manera que dicho desarrollo sea sustentable. Situación que la promovente, ha manifestado de diversas formas, especialmente a través de la infraestructura, tecnología, selección del sitio y compromiso de cumplimiento con todos los ordenamientos jurídicos que le sean aplicables en materia ambiental, particularmente.

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

V.1. Criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

El proyecto denominado: **Terminal del Centro de México, Petrolíferos Y Petroquímicos**, consiste en la construcción de una Terminal de Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos y Petroquímicos en San Luis Potosí, S.L.P., para los siguientes productos: Gasolina Premium, Gasolina Magna y Diésel.

En una segunda etapa, se considera la posibilidad de añadir productos como Etanol, Crudo Pesado y Ligero, Aceite Crudo, Condensado de Gas Natural, Condensado de Crudo y Nafta.

El proyecto TCM se desarrollará en un terreno al interior del Parque Industrial World Trade Center (WTC Industrial), el cual cuenta con todas las autorizaciones ambientales como Parque Industrial, en donde se utilizarán las instalaciones e infraestructura existente como son las tres vías ferroviarias de transvase, la vía de amarre de la locomotora y la vía de mal orden, necesarias para la operación de la terminal de petrolíferos.

El proyecto (TCM) incluirá toda la infraestructura para la recepción de petrolíferos a partir de trenes unitarios y su almacenamiento en área de tanques, para su posterior reparto o distribución mediante auto tanques. Incluirá el proceso de transvase desde los carros tanque de ferrocarril a auto tanques, con 3 vías de transvase para 40 carros tanques en línea.

En la fase inicial del proyecto, se contará con cuatro tanques verticales de almacenamiento, área de recepción de petrolíferos mediante tren unitario y entrega de petrolíferos incluyendo posiciones múltiples de transvase, utilizando transvasadoras móviles que cuentan con capacidad para transvasar 16 carros tanque por día. El área de vías para los trenes unitarios constará de la siguiente infraestructura, la cual se encuentra totalmente construida, dada la operación de la Terminal Intermodal existente en el sitio:

- a) Se contará con trabajo de vía para acomodar dos unidades de tren con 120 carros tanque cada uno,
- b) Se contará con tres vías accesibles de transvase,
- c) Vía de amarre de la locomotora, vía de mal orden, así como carreteras de recepción y salida de la vía.

A continuación se presenta un resumen de las características que permitieron definir que el WTC Industrial es el sitio más adecuado para el proyecto:

- En abril de 2016 se dio a conocer que once empresas distintas cuentan con un permiso de un año de vigencia para importar un promedio aproximado de 91,342 barriles diarios de gasolinas, mientras que 21 firmas más tienen permiso de traer del exterior hasta 113,846 barriles diarios de diésel; sumadas, las cantidades representan 38% del promedio diario importado por Petróleos Mexicanos de ambos combustibles durante el primer bimestre del año, que ascendió a 540,827 barriles diarios.
- La operadora de parques industriales World Trade Center Industrial (WTC Industrial) oficializó la firma de una alianza con la operadora de terminales y líneas ferroviarias cortas en Estados Unidos, Canadá y Australia (Watco) para diseñar, construir y operar la primera Terminal privada de Almacenamiento y reparto de combustibles (**TERMINAL DEL CENTRO DE MEXICO, PETROLIFEROS Y PETROQUIMICOS TCM**) del país tras la reforma energética. La terminal estará localizada dentro del parque industrial WTC, el cual cuenta con: una Terminal Intermodal que es atendida por el ferrocarril Kansas City Southern México (KCSM) con la capacidad de descargar un tren unitario diariamente en su primera fase, una Oficina de Aduana, Recinto Fiscalizado Estratégico (RFE) y otros servicios importantes para el desarrollo de la actividad industrial.
- El parque WTC Industrial está localizado en la Zona Industrial de la ciudad de San Luis Potosí, en una ubicación privilegiada ya que se encuentra dentro de

los corredores ferroviario y carretero del TLCAN (Carretera 57 y Vías de Kansas City Southern). El 75% del PIB de México se concentra en un radio de 250 millas alrededor de la Capital de San Luis Potosí.

- A lo anterior, podemos añadir que el sitio es un Parque Industrial, que se encuentra totalmente alejado de zonas habitacionales y urbanas, lo que lo convierte en un sitio idóneo para las actividades que se realizarán durante las distintas etapas del proyecto.
- Otro punto que es importante señalar, es que el predio en donde se ubicará el proyecto, ha sido totalmente urbanizado para los objetivos del parque industrial ya que con fecha de 17 de marzo de 2015 fue autorizado el proyecto “Parque Logístico Fase V Ampliada” mediante el Oficio No. ECO.030.0500/2015, en un predio de 1’871,302.151 m² por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental de Gobierno del Estado de San Luis Potosí (del cual se encontrará copia en los anexos del presente estudio).
- Tampoco existen cuerpos de agua al interior del predio, ni tampoco existen otros recursos naturales que pudieran verse afectados por la preparación del sitio, para la construcción y operación del proyecto TCM.
- Se han realizado estudios geotécnicos y geofísicos tanto para el proyecto como para las diversas empresas que se han instalado en el Parque Industrial, y no existe evidencia de fracturas o fallas geológicas que pudieran representar un riesgo para alguno de esos proyectos. La empresa promotora, ha realizado una serie de estudios geológicos e hidrológicos, con el fin de garantizar la seguridad de las instalaciones en cuanto a posibles riesgos ambientales que pudieran existir en la zona del proyecto, sin que existan resultados negativos al respecto, por lo que ello permite establecer que el proyecto es viable en la zona al interior del Parque Industrial que se ha determinado para ello.

En cuanto a aspectos socioeconómicos, listamos a continuación los más importantes que fueron considerados para la selección del sitio del proyecto:

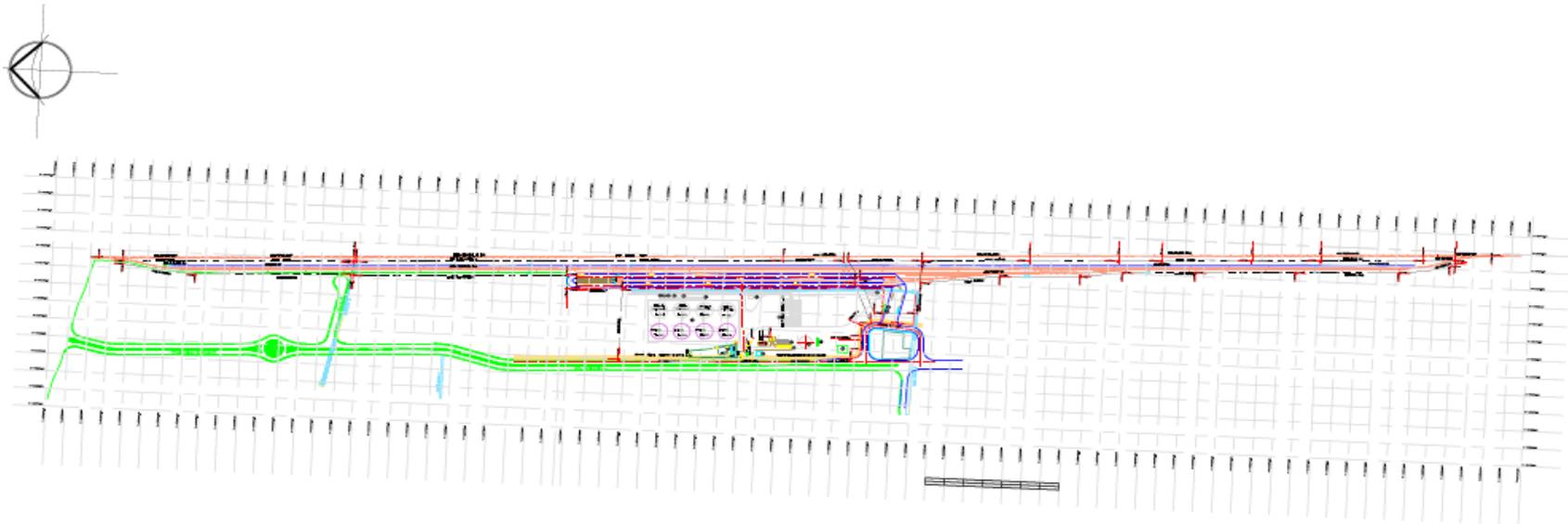
- Ubicación estratégica en la zona industrial de San Luis Potosí y en la Capital del Estado, al centro del país.
- El sitio se encuentra localizado dentro del Corredor del TLCAN carretero y ferroviario, lo que favorece al proyecto para llegada y salida de carro tanques y auto tanques.
- Acceso a 71 millones de consumidores que es el 75% del PIB dentro de un radio de 500 kilómetros considerando la Capital del Estado de San Luis Potosí.
- La existencia de un clúster automotriz y logístico en San Luis Potosí
- Existencia de universidades, tecnológicos, y carreras técnicas que permiten obtener mano de obra calificada para la industria y este tipo de proyectos.
- Cercana a la zona industrial, existe la zona urbana de la capital del estado, en donde existe todo tipo de servicios de primer nivel para situaciones de emergencia.
- Zona (al interior del Estado) libre de desastres naturales.

El proyecto constará además de las siguientes áreas a construir y/o a instalar:

1. Cobertizo de choferes
2. Caseta de vigilancia
3. Planta de tratamiento de agua
4. Cobertizo bombas sistema contra incendio

5. Tanque de almacenamiento agua contra incendio
6. Tablero de distribución
7. Estacionamiento
8. Caseta de vigilancia 2
9. Oficinas administrativas
10. Tanques de almacenamiento petrolíferos
11. Bombas descarga de combustibles llenado autotanques
12. Patines de medición
13. Bomba descarga de petrolíferos
14. Bombas descarga llenado autotanques
15. Bombas descarga de combustibles llenado de autotanques
16. Área de Llenaderas
17. Oficinas existentes
18. Laboratorio
19. Fosa API
20. CCM (generador)

En resumen, el proyecto contará con unidades móviles de transvase, oficinas instaladas existentes en el sitio para la administración del proyecto, la existencia de vías de acceso y operación que permitirán el acceso del tren con los carros tanque de los productos petrolíferos señalados, así como las instalaciones e infraestructura para la descarga de carros tanque a la planta de almacenamiento.



PLANTA

ESC. 1:4000



- | | | |
|---|--|-----------------------|
| ① COBERTIZO DE CHOFERES | ⑨ OFICINAS ADMINISTRATIVAS | ⑰ LLENADERAS (BAHIAS) |
| ② CASETA DE VIGILANCIA 1 | ⑩ TANQUES DE ALMACENAMIENTO PETROLIFEROS | ⑱ OFICINAS EXISTENTES |
| ③ PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA | ⑪ BOMBAS DE DESCARGA DE COMBUSTIBLES LLENADO DE AUTO TANQUES | ⑲ LABORATORIO |
| ④ COBERTIZO BOMBAS SISTEMA CONTRA INCENDIO | ⑫ PATINES DE MEDICION | ⑳ FOSA API |
| ⑤ TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA CONTRA INCENDIO | ⑬ BOMBAS DE DESCARGA PETROLIFEROS | ㉑ CCM |
| ⑥ TABLERO DE DISTRIBUCION | ⑭ BOMBAS DE DESCARGA DE COMBUSTIBLES LLENADO DE AUTO TANQUES | |
| ⑦ ESTACIONAMIENTO | ⑮ BOMBAS DE DIESEL LLENADO DE AUTO TANQUES | |
| ⑧ CASETA DE VIGILANCIA 2 | ⑯ BOMBAS DE DESCARGA DE COMBUSTIBLES LLENADO DE AUTO TANQUES | |

Fig. V.1.A. Arreglo General del Proyecto

El siguiente diagrama de flujo permite visualizar las actividades que se desarrollarán en el Proyecto TCM:

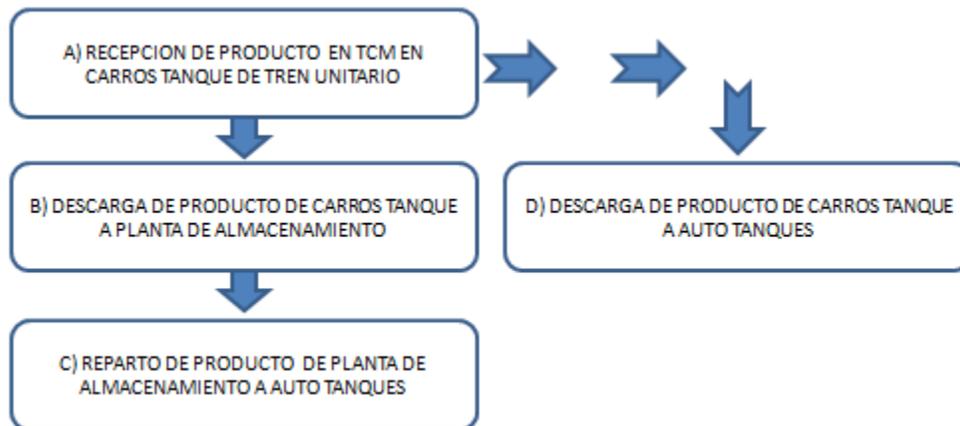


Fig. V.1.B. Imagen del Diagrama de flujo de la operación de la Terminal de Petrolíferos de San Luis Potosí.

El proyecto constará de una Planta de Almacenamiento y Reparto que en su primera etapa contará con cuatro (4) Tanques de Almacenamiento (para petrolíferos como: Gasolina Magna, Gasolina Premium y Diésel) con 150,000 BBL de capacidad cada uno, para un total de 23'845.500 litros (volumen de trabajo por tanque). Señalando que se cuenta con área suficiente para incorporar en etapas subsecuentes hasta cuatro (4) tanques adicionales de 150,000 BBL cada uno, conforme lo establezca la demanda de productos, lo que permitirá contar con una capacidad de hasta 1'200,000 BBL. Los productos de la Planta de Almacenamiento serán suministrados mediante tren unitario (carros tanque). De acuerdo a la forma en que operará el proyecto, podemos determinar que las principales áreas serán:

- Área de Recepción y Entrega (vías férreas e infraestructura existente)
- Área de Tanques de Almacenamiento

El área de Recepción y Entrega a través de tren unitario (área de vías férreas), como hemos dicho, ya se encuentra construida dada la Terminal Intermodal que existe en el WTC Industrial, mismas que fueron construidas previa presentación de estudios ante las autoridades correspondientes.

El área de Tanques de Almacenamiento, será construido y contendrá en su primera etapa cuatro tanques de almacenamiento de acero al carbón, con techo flotante para disminuir la generación de vapores en su interior, con fondo tipo cónico, de 18 m de altura por un diámetro de 44 m, y con una capacidad nominal de 150,000 BBL cada uno. En etapas subsecuentes se agregarán hasta cuatro tanques cada uno con capacidad de 150,000 BBL por lo que la capacidad de la planta será de 1'200,000 BBL

A continuación se muestra una imagen obtenida del Plano (Arreglo General ERA-01) que se encontrará en los anexos de este estudio

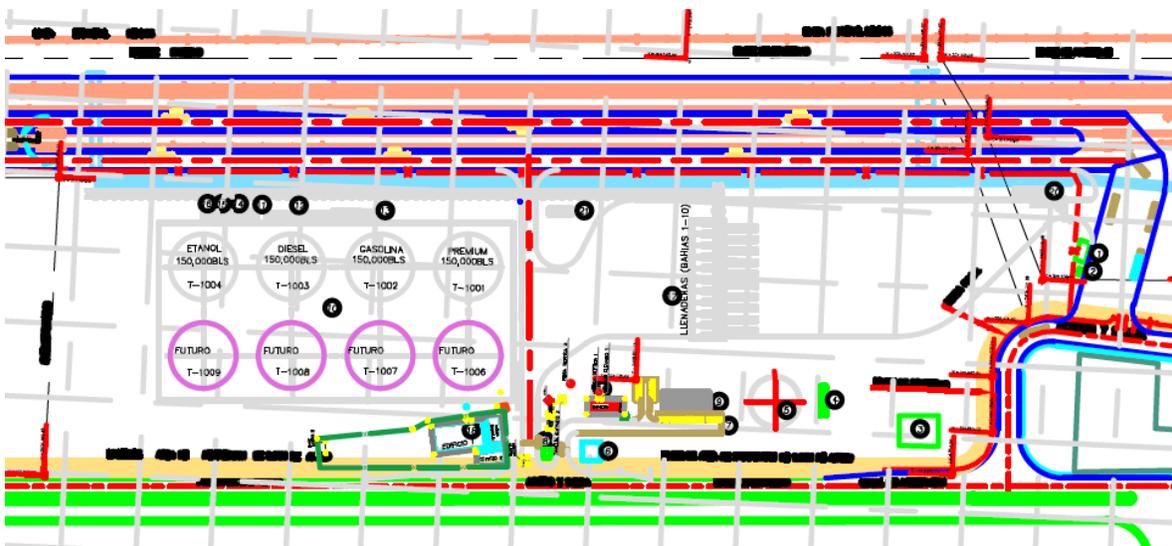


Fig.V.1.C. Imagen del detalle de los Tanques de Almacenamiento e instalaciones de la Terminal de Petrolíferos de San Luis Potosí.

En cuanto a la forma de operar, el proyecto considera que el área de Recepción y Entrega conformada por las vías de ferrocarril, podrán alojar dos (2) trenes unitarios de 120 carros tanque, cada uno. La infraestructura del área de recepción de carros tanque incluirá: vías de descarga, vías de recepción y expedición, así como vías para carros tanque con producto fuera de especificación.

El proyecto considera su diseño apegado a NOM-EM-003-ASEA-20016 y demás normatividad aplicable para la instalación de: tuberías, tanques, bombas, equipos de medición, alumbrado e iluminación, controles operativos, generador de energía, sistema de protección contra incendios, planta de almacenamiento y edificios administrativos. Considera también la prevención de derrames de producto contemplando la construcción de drenajes pluviales y drenajes aceitosos para captar derrames de hidrocarburos a fin de evitar que contaminen suelos y agua.

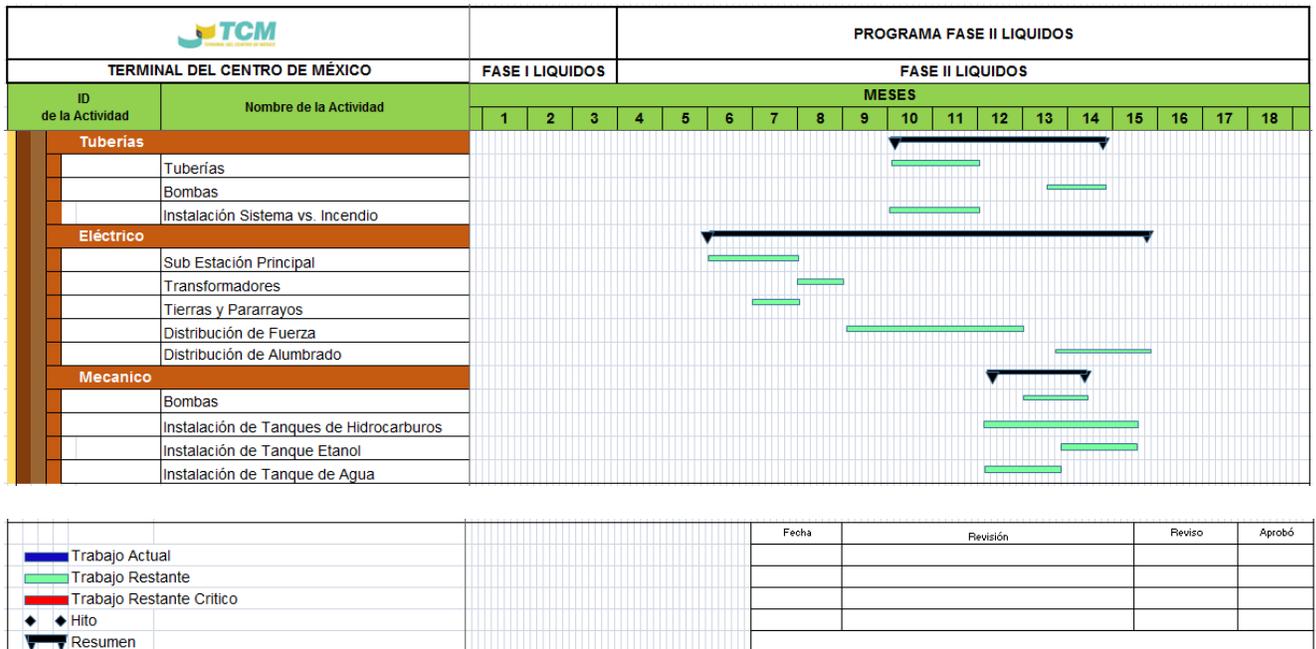


Fig.V.2.1.A. Diagrama de Gantt del Programa Calendarizado de las etapas del Proyecto.

V.2.2. Preparación del sitio.

El sitio en donde se llevará a cabo el proyecto TCM se encuentra en una zona dentro del WTC Industrial identificada como Fase V Ampliada, en donde se han realizado actividades de urbanización desde el inicio como parque industrial, por lo que actualmente para el proyecto, no cuenta con flora y fauna forestal en su interior por lo que se descarta que pueda existir afectación alguna.

Como se ha definido en puntos previos, el proyecto constará principalmente de dos áreas operativas: área de recepción y entrega, consistente en la infraestructura de vías férreas para la llegada del tren unitario con carros tanque y el área de Tanques de Almacenamiento para el reparto o distribución de petrolíferos.

De lo anterior, es importante resaltar que las vías, en donde se llevará a cabo la recepción de carros tanque con los petrolíferos que se almacenarán o distribuirán, se encuentran totalmente construidas por lo que fue necesaria la presentación de una MIA especial para ello, las cuales fueron autorizadas mediante Oficio Núm. 144.1.-SDGPARN.-UGA.-DIRA.-0637/17 de la SEMARNAT, Delegación Federal en San Luis Potosí, para el proyecto denominado "*Estación de Servicios Ferroviarios II, ubicado en el municipio de San Luis Potosí, S.L.P*", por lo que, lo relacionado a la construcción de las vías no forma parte del presente estudio, dado que se encuentra totalmente construido. Otra área que no requerirá de construcción, es la referida a Oficinas existentes y el Laboratorio, ya que éstas se encuentran totalmente construidas debido a que durante la realización de obras para la urbanización del Parque Industrial (Fase V ampliada) se construyeron edificios por la constructora que realizó dicha urbanización, por lo cual serán utilizados para los fines del proyecto, dado que se encuentran en óptimas condiciones, cuentan con todos los servicios necesarios y cumplen con los requerimientos para este tipo de edificios dentro del proyecto, por lo que no serán consideradas para la etapa de preparación del sitio y construcción.

A continuación se describen las principales actividades que se realizarán en la etapa de preparación del sitio:

- **Actividades preliminares.-** Preparación del terreno, que tiene como objetivo permitir la construcción de la infraestructura básica del proyecto, así como facilitar las obras complementarias y las relativas a la instalación de los tanques de almacenamiento. Estas actividades incluyen: limpieza del lugar; movimiento de tierras, excavación, relleno, nivelación y gradación de terrenos, principalmente.
- **Limpieza y desmonte.-** Se preparará el área que servirá de base o suelo de soporte en donde se instalarán los tanques de almacenamiento, no existen árboles ni especies de flora importante o en estatus al interior de dicha zona en el predio del proyecto, por lo que solamente se procederá al desmonte de

pequeños arbustos existentes de la modalidad que afecta predios urbanos sin utilizar. Esta limpieza se hará en una sola etapa. Los residuos se enviarán a relleno sanitario mediante empresa contratada para la recolección y disposición de los residuos generados en esta etapa.

Las actividades de preparación del sitio requerirán de maquinaria pesada para su realización, se utilizarán camiones de volteo para el movimiento de materiales, movimiento de tierras y productos de excavación en caso necesario. Todos los materiales provendrán de bancos de préstamo autorizados por la autoridad ambiental competente (SEGAM), con el fin de evitar o reducir daños el medio ambiente al adquirirlos en bancos de préstamo no autorizados.

V.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Como se ha señalado continuamente, el proyecto se realizará en el WTC Industrial, parque que contiene un importante número de empresas que a lo largo del tiempo ahí se han venido construyendo, por lo que el parque industrial ha tenido que ofrecer los servicios que éstas requieren desde su etapa preliminar hasta su entrada en operación. Por lo tanto, podemos decir que existe al interior del mismo, toda la infraestructura que es necesaria para las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, contando con servicios sanitarios, oficinas, caminos de acceso y vialidades, comedor, etc., por lo que no se considera necesario la realización de obras provisionales de apoyo para el proyecto.

En el sitio existen oficinas existentes que cuentan con áreas de servicios sanitarios, espacios amplios para servicios (salas de juntas, comedor provisional, guardarropa, etc.) al personal que laborará en estas etapas, por lo que no se considera la construcción de obras provisionales.

V.2.4. Etapa de construcción.

Para esta etapa del proyecto TCM, las principales actividades serán la construcción de las áreas que conforman el proyecto, entre las que se encuentran principalmente:

- Cobertizo de choferes
- Casetas de vigilancia
- Cobertizo bombas sistema contra incendio
- Tanque de almacenamiento sistema red contra incendio
- Vialidades
- Estacionamiento
- Oficinas administrativas
- Tanques de almacenamiento de petrolíferos

Las principales actividades para la construcción en general de esta infraestructura, serán principalmente:

Obra civil.-

- Conformación de la base y sub base así como la plataforma que soportará el área de los tanques de almacenamiento, estacionamientos, casetas de vigilancia, planta de tratamiento, etc.
- Vialidades, guarniciones, banquetas. Las calles de acceso y calles interiores se han diseñado se han diseñado a partir de lo establecido en la NOM-EM-003-ASEA-2016, considerando lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, tomando en cuenta la norma AASHTO sobre caminos de bajo volumen de tránsito, aplicando las especificaciones de la que resulte más estricta. La construcción de las vialidades de acceso a las instalaciones del proyecto y

áreas operativas deben considerar el respetar las pendientes, curvas de radio de giro, ancho, capacidad de carga de terreno, terreno de desplante, entre otros.

Los aspectos que deberán considerarse en la construcción de las vialidades en cuanto a medidas de seguridad industrial, son los siguientes:

- Amplitud suficiente
 - Buena visibilidad en curvas horizontales y verticales
 - Grado de curvatura y sobreelevación requerida para los vehículos que hagan el transporte
 - Compactación y profundidad requerida en vados
 - Pendientes de escurrimiento y drenajes
 - Altura libre requerida en los puentes
 - Capacidad de carga requerida en los puentes
 - Ausencia de líneas de conducción eléctrica o con altura requerida
 - Compactación de acotamientos
 - Ausencia de cercados que impidan el paso
 - Ausencia de cualquier obstáculo que impida el tránsito seguro
 - Señalamiento y dispositivos para protección de seguridad
-
- Edificaciones. Se considera un edificio prefabricado con paneles terminados en metal, aproximadamente de 36 x 14 metros. Será proporcionado y construido sobre una cimentación de concreto. El edificio contendrá las siguientes instalaciones:
 - Espacio de oficina (dos oficinas)
 - Baños
 - Cuarto de control
 - Espacio de mantenimiento
 - Controles Eléctricos

- Cimentaciones.- Todas las cimentaciones y estructuras de concreto armado, han sido diseñadas para resistir las cargas muertas y cargas vivas. El diseño de elementos de concreto armado se realizó utilizando la última edición de ACI-318 y comparando con la Norma Oficial Mexicana equivalente, utilizando la NOM-EM-003-ASEA-2016 y las especificaciones más estrictas para el caso de cimentaciones de tanques. Se utilizó la información geotécnica obtenida en el sitio, para el diseño de cimentaciones flotantes, cimientos de concreto armado, pilotes o pilas de concreto.
- Cimentación de Tanques.- Se realizó un estudio geotécnico preliminar del sitio, y en base a ello se realizó el diseño del cimiento anular para cada tanque, que contendrá un revestimiento interno con protección catódica y un lecho de arena de 15.24 centímetros (6”). Para la cimentación de tanques, la base sobre la que descansará el fondo de los tanques se construirá como mínimo 0.30 m (0.98 pies) arriba de la superficie del nivel de piso terminado del dique de contención, considerando una pendiente del 2% o drenaje que permita mantener seco el exterior de las placas del fondo del tanque. El espesor mínimo del anillo de cimentación o muro anular será de 0.30 m (0.98 pies) y la distancia centro a centro igual al diámetro nominal del tanque.

La construcción de los anillos de concreto (cimentación) se diseñó con base al estudio de geotecnia, al peso muerto del tanque a soportar y el peso del Petrolífero a contener al 100% de su capacidad, así como considerado los aspectos ambientales y un factor de seguridad en función de las normas de construcción vigentes.

- Diques de contención.- Se necesitarán diques de concreto para la contención de petrolíferos contenidos en los tanques, para casos de fuga. Todos los tanques contarán con rutas de acceso a los vehículos de servicio.

En general todos los costados del tanque quedarán accesibles (excepto el área del rack de tuberías de llenado y descarga de los tanques) y se colocará una superficie de grava apropiada para el tránsito alrededor de la base del patio de tanques.

La contención y el volumen de detención de los tanques de almacenamiento se dimensionaron con el fin de dejar previsto el escurrimiento de agua de lluvia acumulada durante un evento de 24 horas, el volumen de contención será de 23'845,000 Litros (150,000 barriles) manteniendo un mínimo de 0.302 metros (1 pie) de margen libre con un periodo de retorno de 25 años. El dique de los tanques de almacenamiento se ha calculado de acuerdo a los requerimientos de la NOM-EM-003-ASEA-2016 considerando que la capacidad volumétrica de los diques deberá ser como mínimo 1.2 veces la capacidad del tanque de almacenamiento que contenga en su interior. En caso de que aplicara que el dique de contención albergue en su interior varios tanques de almacenamiento, su capacidad deberá ser como mínimo 1.2 veces la capacidad nominal del tanque de mayor capacidad, más el volumen que los otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, incluyendo mochetas, tuberías, válvulas y escaleras.

Esta área contará con pisos y diques impermeables, con cajas de registro de drenaje industrial que evite la filtración de derrames al subsuelo, además contará con una pendiente mínima del 1%, para permitir el libre escurrimiento de líquidos hacia los registros de drenaje aceitoso.

La construcción de cada dique, será de manera que permita un acceso fácil y rápido a las brigadas contra incendios, así como deberá contar con las condiciones que permitan su operación normal, las labores de mantenimiento y supervisión. Cada dique deberá contar con accesos

peatonales que permitan el acceso y salida de la zona por encima del muro del dique de contención.

- Trincheras para tuberías, guarniciones, tuberías de proceso, tuberías red contra incendio.- Los soportes de tubería, plataformas, escaleras, estructuras misceláneas, etc., se han diseñado de acuerdo con las normas aplicables, y cumplirán con los códigos y estándares de México y los Estados Unidos de Norteamérica, los que resulten más estrictos. Se consideraron las cargas climáticas locales y el diseño cumple con las buenas prácticas de ingeniería. Todo el acero estructural y misceláneo ha sido diseñado para soportar las cargas muertas y superpuestas imputadas.
- Casetas de vigilancia.- Se requiere en todos puntos externos de salida y entrada en los límites terminales. Las casetas se diseñaron de conformidad con lo dispuesto por el Reglamento de WTC Industrial zona de Comercio Exterior.
- Drenaje Pluvial.- El nivel inferior de la tubería del drenaje pluvial, deberá estar situado por lo menos una vez el diámetro de dicha tubería, por encima del lomo superior de la tubería de drenaje aceitoso, para evitar la contaminación del primero con el segundo y permitir que la totalidad de la corriente del drenaje pluvial, en caso de estar contaminada con petrolíferos, se pueda derivar hacia el drenaje aceitoso por gravedad. Los pisos internos de los diques de contención, deberá contar como mínimo con un registro de drenaje pluvial. Los registros de drenaje pluvial en los diques de contención, deberán contar con sello hidráulico. Para el proyecto se realizó un estudio hidrológico y dimensionamiento hidráulico de los elementos del drenaje pluvial, que permitió establecer su dimensionamiento y características físicas y constructivas.
- Drenaje aceitoso.- Se deberá construir de acuerdo a los cálculos realizados

durante su diseño, de manera que permita desalojar el volumen máximo de aguas, en forma rápida sin provocar estancamientos, depósitos indeseables, deflexiones, colapsos, cambios de pendiente por causa de flotaciones y daños. Las válvulas alojadas en registros fuera del dique, deben contar con extensiones que permitan la operación de la misma a una altura de 0.90 m (2.95 pies) de longitud, a partir del nivel de piso terminado, esto incluye la válvula de interconexión. Los registros de drenaje aceitoso en los diques de contención, deberán de contar con sello hidráulico.

- Separador de aceite API.- Deberá ser construido en la parte más baja del terreno del proyecto, de tal forma que se permita la captación de posibles derrames en las diferentes áreas de Recepción, Entrega y Almacenamiento del proyecto, así mismo deberá construirse de acuerdo a las dimensiones indicadas en su diseño conforme a lo establecido en el API 421.

Obra mecánica.-

- Montaje tanques de almacenamiento.- Todos los tanques de almacenamiento serán construidos de acuerdo con “API 650” (última edición). Los tanques serán de acero al carbón con una altura máxima de la carcasa lateral de 18.28 metros (60 pies) e incluirán un margen de seguridad de sobrellenado. El diseño del tanque utilizará el contacto completo, tipo pontón, y techos flotantes de aluminio. El manejo del vapor se diseñará para proteger el medio ambiente en el proceso de carga de auto tanques.

Los pisos de los tanques incorporarán boquillas de succión de tipo embutido y se suministrarán con vórtice. Las conexiones de entrada se suministrarán con difusores donde no interferirá con la operación bidireccional. Los diseños maximizarán la capacidad de trabajo,

minimizando el nivel de trabajo bajo del tanque (LWL). El tanque utilizará las propiedades del agua para determinar los parámetros de diseño.

- Temperatura de diseño mínima / máxima: -40°C/94°C (-40°F / 200 °F)
- Presión de diseño: Atmosférica
- Diseño por Vacío: 0.036 psi (2.48mBar)
- Gravedad específica de diseño: 1.0
- Corrosión permisible: Cero
- Velocidad de viento: datos meteorológicos

Los tanques tendrán un recubrimiento interno en pisos y paredes para la prevención de la corrosión. Externamente estos tanques tendrán un sistema de dos capas que cumpla con los requisitos del fabricante. Los tanques serán pintados externamente y contarán con identificación de producto y características conforme a la Norma Oficial Mexicana. Las tuberías aéreas serán pintadas y las tuberías enterradas tendrán un recubrimiento epóxico por fusión para protección contra la corrosión. Todo el acero estructural será galvanizado por inmersión en caliente.

Espaciamiento de Tanques.- El espaciamiento entre tanques se ha calculado de acuerdo a los requerimientos de la NOM-EM-003-ASEA-2016 y la NFPA 30 (como respaldo). La separación entre tanques utilizada en los planos es igual a: $(D1+D2)/6$ pero no menor a 3.04 metros (10 pies). Se mantendrá una distancia mínima entre los tanques para una posible ruta de rack de tubería, trabajos de mantenimiento (acceso al equipo) y acceso seguro en casos de emergencia.

Montaje de sistema contra incendios en tanques.- Las instalaciones de almacenamiento, recepción y entrega de petrolíferos deberán contar con un sistema de protección contra incendio, diseñado y construido, basándose en las recomendaciones del Análisis de Riesgos y Análisis de

Consecuencias, así como la normatividad aplicable, vigente o que la modifique o la sustituya y los Códigos NFPA 11, NFPA 14, NFPA 15, NFPA 20, NFPA 22, NFPA 24, NFPA 25 y NFPA 30.

Se contará con un sistema de supresión de incendios con espuma para todos los tanques de almacenamiento así como un sistema de hidrantes para el resto de la terminal, además de extintores de tamaño y tipo adecuados para las zonas de carga de auto tanques y de descarga de ferrocarril. En cada tanque se instalará un sistema semifijo suficiente para manejar completamente fuego involucrado, mediante boquillas de pulverización de espuma. La tubería de suministro a la cámara de espuma terminará en las paredes del dique en un lugar que estén localizadas mínimo a un diámetro del tanque de los demás tanques.

Existirá además un tanque de almacenamiento de agua para incendio, el cual contará con bombas eléctricas y a diesel para operar en el momento necesario. El sistema de extinción de incendios estará diseñado para cumplir con los requisitos de la NFPA 30, así como con las regulaciones locales, estatales y federales.

El proyecto deberá contar con un sistema contra incendio al interior de sus instalaciones, el cual contendrá los siguientes elementos:

- Suministro de agua
- Tanque de Almacenamiento de agua contra incendio
- Cobertizo contra incendio
- Sistema de bombeo para servicio contra incendio
- Instrumentación y dispositivos de protección del equipo de bombeo
- Red de agua contra incendio y equipos de aplicación
- Equipo generador y de aplicación de espuma contra incendio
- Extintores

- Sistema de protección contra incendio en cuartos cerrados
- Instalaciones de descarga de Petrolíferos.- El sistema de Seguridad Operativa de las instalaciones de descarga de petrolíferos, deberá construirse considerando lo siguiente:
 - Paro de emergencia de bombeo y válvula de cierre rápido
 - Sistema de tierra física y protección contra descargas atmosféricas
 - Iluminación
 - Señalización
 - Equipamiento disponible en caso de derrames, fugas o salpicaduras a personal (regadera y lavaojos)
 - Protección térmica en tuberías de Petrolíferos en caso de combustibles calientes
 - Medios para mantener la presión atmosférica del carro-tanque mientras se realiza la operación de Recepción
 - Instalar sistemas que eviten el movimiento del Carro-tanque una vez posicionado en las áreas de Recepción y Entrega
 - Las mangueras especiales deben fabricarse de materiales resistentes a líquidos inflamables y combustibles, cuando se utilice cable trenzado como refuerzo, dicho cable debe estar fabricado de materiales resistentes a la corrosión como el acero inoxidable. Deben mantener la marca de fábrica de acuerdo al fluido que maneja
 - La conexión de tubería y mangueras debe tener la capacidad de resistir una presión de prueba de 1.5 veces la presión del diseño del sistema al cual se encuentra integrada
 - Cámara de expansión en Carro-tanques para llenado seguro.
- Instalación de sistema de tuberías de proceso.- El diseño de tuberías se realizó apegado a los estándares aplicables para el manejo de productos refinados de acuerdo con los requerimientos de la NOM-EM-003-ASEA-2016 y la ASME B31.3 como respaldo. Este sistema de tuberías se utilizará

en: las estaciones de carga de auto tanques y los tanques de almacenamiento, entre los tanques de almacenamiento y la plataforma de descarga de carros tanque, así como en la plataforma de descarga de carros tanque. Estas instalaciones estarán construidas conforme a la NOM-EM-003-ASEA-2016 y tomando a las normas ASME B31.3 como respaldo. El diseño de tuberías, los materiales, la soldadura, la fabricación, las pruebas no destructivas y las pruebas de presión se ajustarán a los requisitos para líquidos de presión de vapor bajo las normas señaladas.

La tubería de la bomba de descarga estará conectada al cabezal de descarga y desde este se alimentará cada tanque de almacenamiento. Los tanques estarán conectados al cabezal de succión de las bombas de carga de auto tanques y alimentará las estaciones de llenado de auto tanques. Cada línea tendrá un bypass de alivio de presión alrededor de la válvula motorizada del tanque para permitir la sobrepresión por expansión térmica en las líneas laterales para liberar de nuevo a sus tanques de almacenamiento correspondientes. Las válvulas de seccionamiento estarán instaladas en los bypass.

- Instalación de válvulas y equipo.- Se utilizarán las siguientes válvulas en el sistema: Válvulas de compuerta en las boquillas de llenado y vaciado del tanque, válvulas motorizadas en las líneas de llenado y vaciado de cada tanque de almacenamiento. Válvulas de compuerta en las líneas de succión y descarga de las bombas de descarga de carros tanque y carga de auto tanques. Válvulas check en la descarga de de las bombas de descarga de carros tanque y carga de auto tanques.
- Prueba No Destructiva (NDE) y Pruebas de Presión. Las soldaduras se realizarán según las normas ASME B31.3 o ASME B31.4 conforme lo señala la NOM-EM-003-ASEA-2016. Una vez terminada la instalación del sistema de tuberías, se realizarán Pruebas No Destructivas (NDE) en todas

las soldaduras de conexiones y se completará una verificación de hermeticidad neumática para fugas en los sistemas de tuberías de proceso y drenaje.

También se utilizará la inspección visual por parte de los operadores para identificar fugas en todas las bridas, válvulas, bombas y mangueras. Los sumideros de detección de fugas y las inspecciones visuales se utilizarán para efectuar pruebas y detectar fugas en los tanques.

El 100% de todas las juntas soldadas de todas las tuberías enterradas se someterán a pruebas de no destructivas de Rayos X. Para las tuberías aéreas se radiografiará el 10% de las juntas soldadas. Además, se efectuarán pruebas hidráulicas y se certificarán todas las tuberías (tanto enterradas como aéreas) a presión para la detección de fugas.

- Montaje y alineación bombas.- Se utilizarán bombas verticales para descargar los carros tanque hasta la alimentación a los tanques de almacenamiento. No se construirá ningún edificio para las bombas. El sistema contará con dos bombas dedicadas, con una para operación y una como repuesto. Se proporcionarán variadores de frecuencia en las bombas de descarga para variar las velocidades y los volúmenes de la bomba para que coincidan con el volumen de succión disponible. Se contará con interruptores de vibración y calentamiento. La operación de la bomba e instalación será controlada por un Controlador Lógico Programable (PLC). Se utilizarán bombas centrifugas para la carga a auto tanques desde los tanques de almacenamiento hasta las áreas de llenaderas.
- Materiales.- Todos los materiales deberán cumplir estrictamente con los códigos, normas y especificaciones aplicables. Todos los requisitos de prueba de impacto deberán ser estrictamente respetados. Los niveles máximos de esfuerzo de diseño en la Instalación se limitarán al 80% de

SMYS (resistencia elástica mínima especificada para el tubo de acero), sin ninguna tolerancia a la corrosión. Como mínimo, se utilizará el espesor de pared estándar para toda la tubería de presión de la estación. Las tuberías NPS 2 e inferiores deberán tener un espesor de pared mínimo de cédula 40.

- Protección de tuberías.- Todas las tuberías metálicas subterráneas estarán protegidas con ánodos de sacrificio (protección catódica). Se contará con estaciones de prueba para fines de realizar un monitoreo continuo. Se proporcionará protección catódica para los tanques de almacenamiento y tubería subterránea donde sea aplicable. Los materiales de los ánodos y los tamaños de los equipos contarán con características para el tipo de suelo existente en el proyecto y alargar la vida útil de las instalaciones.

Obra Eléctrica.-

- Instalaciones eléctricas.- Los sistemas de energía eléctrica del proyecto se derivarán de una fuente de voltaje medio. WTC Industrial proporcionará la fuente de energía primaria (13.8 kV) a los límites del proyecto. El proyecto TCM deberá establecer el conmutador inicial y el transformador para sus instalaciones eléctricas y tomar la potencia desde el lado primario del transformador hasta el Interruptor de Transferencia Automática (ATS) y el resto de las instalaciones.
- Suministro de energía eléctrica. Los transformadores de conmutación, protección y reductores (25kV-480V) se suministrarán conforme a los requerimientos de energía del proyecto y la infraestructura adicional requerida.

Las instalaciones eléctricas serán las recomendadas para ubicarse en instalaciones de hidrocarburos, las cuales están clasificadas como API-RP-505 Clase 1, Zona 0, Zona 1 y Zona. El interior de los edificios de proceso deberá estar diseñado como emplazamientos de la Zona 2. Los edificios que contengan los sistemas eléctricos deberán estar situados fuera de los límites de las zonas peligrosas del proyecto.

Las instalaciones eléctricas del proyecto TCM, deberán cumplir con los Códigos y Normas Oficiales Mexicanas más actuales, entre las cuales se listan las siguientes:

- American National Standards Institute (ANSI),
- Instituto Americano del Petróleo (API) incluyendo pero no limitado a:
API-RP-505: Práctica recomendada para la clasificación de ubicaciones para instalaciones eléctricas en Petróleo Instalaciones clasificadas como Clase 1, Zona 0, Zona 1 y Zona 2
- API-RP-540: Instalaciones Eléctricas en Plantas de Procesamiento de Petróleo
- API-RP-651: Protección Catódica de Tanques de Almacenamiento de Petróleo por encima de la Tierra
- API-STD-547: Motores de inducción de la jaula de ardilla de la herida-100 caballos de fuerza y más grande.
- Asociación Nacional de la Protección contra el Fuego (NFPA) - incluyendo pero no limitado a: NFPA 70: National Electric NFPA 496: Estándar para Cajas Perforadas y Presurizadas para Equipo Eléctrico.
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) - incluyendo pero no limitado a: o IEEE Std 141: Recomendado IEEE Std 519: Práctica y Requisitos Recomendados para el Control de Armónicos en Sistemas de Potencia IEEE Std 841: Estándar para la Industria Petrolera y Química - Severe Duty Total y NACE-RP-0169: Práctica recomendada estándar Control de la corrosión externa en el subterráneo o en el campo de la corrosión externa (TEFC) Motores de inducción de jaula de ardilla -Apto

- e incluyendo 500HP. Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión (NACE) Sistemas de tuberías metálicas sumergidas.
- Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) - incluyendo pero no limitado a: o NE MA MG1: Motores y Generadores,
 - Todos los equipos eléctricos suministrados deberán contar con certificados por terceros, como son: Laboratorio de Aseguramiento (UL), Factory Mutual (FM), Laboratorio de Pruebas Eléctricas (ETL), Asociación Canadiense de Estándares (CSAUS) u otro Laboratorio de Pruebas Reconocidas Nacionalmente (NRTL), aprobado por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).
-
- El sistema de distribución eléctrica se derivará de un Centro de Control de Motor (MCC o generador de energía) NEMA 1 situado dentro de un edificio separado o un edificio prefabricado, el cual contendrá Dispositivos de Protección contra Sobrecorriente (OCP), arrancadores de motor, arrancadores suaves y contactores de iluminación. El edificio prefabricado contará con aire acondicionado, iluminación, Centro de Control, y otros elementos que permitan disminuir las posibilidades de daños al equipo. El MCC y todos sus componentes serán probados en las instalaciones del proveedor antes de su envío e instalación en el proyecto. Watco designará a un responsable quien supervisará todas las pruebas y documentará los procedimientos de prueba con el fabricante. Las canalizaciones eléctricas del MCC a las áreas individuales de los tanques se harán en charolas para cable tipo MC-HL. El MCC estará equipado con un detector de humos que estará conectado al Cuarto de Control.

 - Alumbrado.- Se proporcionará iluminación LED en las áreas de descarga y en las distintas áreas del proyecto. La iluminación en las vías de descarga se proporcionará para cumplir con una iluminación de 43.05 lux (4 pies-candelas) en los lugares de trabajo. Se proporcionará una iluminación adecuada para las operaciones de 24 horas en cada instalación. Las luces

suministradas desde los paneles de iluminación se instalarán en áreas generales y lugares peligrosos. Las fuentes de iluminación serán:

- Dispositivos de iluminación LED para exteriores, reflectores e iluminación de áreas clasificadas
 - Se instalará iluminación LED de emergencia con paquetes de baterías en el edificio de oficinas y cuartos electrónicos.
 - Se proporcionará iluminación fluorescente para el interior de edificio de oficinas y cuartos electrónicos.
 - Todas las luces y reflectores exteriores serán controlados por fotoceldas.
 - Se proveerá iluminación de emergencia para exteriores para la salida segura del edificio administrativo y MCC durante cortes de energía.
 - Se utilizarán detectores / controladores de movimiento en los lugares apropiados para apagar las luces cuando no haya actividad presente.
 - Se contará con respaldo de batería de emergencia y sistemas de energía ininterrumpida para el sistema de PLC.
 - El sistema eléctrico se diseñará de tal manera que los generadores de emergencia portátiles puedan ser llevados al sitio y conectados para operación temporal.
-
- Tierras Físicas.- El aterrizaje de la instalación de subestación eléctrica principal y todo el sistema eléctrico, incluyendo tierras físicas, alumbrado, pararrayos, etc., se diseñó conforme a las normas IEEE 80-1986, NEC Artículo 250 y las normas locales de servicios públicos, según corresponda. El contrapeso de tierra deberá basarse en un conductor de cobre estándar 4/0 y barras de tierra de 10 'x 3/4 ". La cantidad de varillas y el tamaño del contrapeso estarán en función de las condiciones locales del suelo y de la resistividad.
 - Se llevará a cabo un estudio de puesta a tierra para asegurar que el diseño del sistema de puesta a tierra cumpla con una resistencia

- mínima al suelo de 2 ohmios.
- Las estructuras metálicas, cercas, edificios y equipos montados en pasamanos deben ser unidos a la red.
 - Los tanques con techo flotante externo (EFR) utilizarán un sistema de puesta a tierra en el techo.
 - El sistema de red se diseñará según las normas IEEE 80-1986 Std, NEC, según corresponda. La rejilla de tierra se basará en el conductor de cobre estándar 2/0. Siempre que sea posible, se utilizarán pilas de acero en lugar de accionar las varillas de tierra.
 - Las estructuras metálicas portantes, las cercas, los edificios y el equipo montado en la plataforma se unirán a la red de tierras físicas. Se utilizarán conexiones de tipo de compresión a lo largo de la instalación.
 - Todo equipo e instalaciones ubicados en la zona de Almacenamiento, Recepción y Entrega, cuarto de máquinas, cuarto de controles eléctricos, deben estar conectados al sistema de tierras físicas.
 - Se deberá instalar un sistema que permita aterrizar los Auto-tanques y Carro-tanques a dicho sistema de tierras físicas (pinzas o caimanes), en el área de Recepción y Entrega.
- Pararrayos.- Toda las instalaciones deberán contar y estar protegidas con un sistema de pararrayos, el cual deberá cumplir con las Normas, Códigos y Estándares aceptadas a nivel nacional y/o internacional, vigentes referidos por la NOM-EM-003-ASEA-2016.

V.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.

El proyecto TCM consiste en la construcción y operación de una Planta de Almacenamiento y Reparto de Petrolíferos en San Luis Potosí, S.L.P., considerando como productos iniciales: Gasolina Magna, Gasolina Premium y Diesel; la cual constará de toda la infraestructura para recibir los productos en trenes unitarios y descargarlos a tanques de almacenamiento para su posterior distribución o reparto, aunque también podrá hacerse la descarga directamente de carros tanque a autos tanque, siendo este proceso secundario para el proyecto. Se plantea la posibilidad de que para etapas subsecuentes, se puedan añadir productos como: etanol, crudo pesado y ligero, aceite crudo, condensado de gas natural, condensado crudo y nafta.

El proyecto TCM, deberá contar con todos los permisos necesarios para su operación conforme a la legislación aplicable, para lo cual se considera el presente estudio, ya que forma parte integral de los requerimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana. Para los aspectos de operación de la Planta de Almacenamiento y Reparto (distribución), se consideran las siguientes etapas:

- a) Arranque inicial
- b) Operación
- c) Paro de Emergencia
- d) Paro normal
- e) Reanudación de operaciones después de un paro (programado o de emergencia)
- f) Activación de sistemas de seguridad
- g) Plan de respuesta a Emergencia
- h) Verificación y Mantenimiento

a) Arranque inicial

Previo a la puesta en operación del Proyecto TCM, antes de la carga de Petrolíferos en las tuberías y equipos, deberá aplicarse una revisión de seguridad de Pre-Arranque para asegurarse que los elementos de Seguridad Industrial,

Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, han sido construidos o instalados correctamente y proporcionan la certeza de que las instalaciones son seguras para entrar en operación.

Es importante contar con los reportes de diseño y construcción, pruebas pre-operativas, pruebas operativas y manuales de operación; las pruebas deberán de realizarse apegadas a lo que determina la NOM-EM-003-ASEA-2016 en sus puntos 12.1 y 12.2.

Una vez concluidas las pruebas señaladas, se dará el inicio de operaciones del proyecto, para lo cual se contará con personal debidamente capacitado para sus operaciones, cuyos procedimientos deberán estar definidos en el Manual de Operaciones, mismo que deberá estar al igual que este estudio, en un lugar visible y accesible para el personal que labore en el proyecto, el manual deberá contener al menos los siguientes apartados:

- Procedimientos de operación normal.-

Deben contener los valores normales de operación, como: flujos, presiones, temperaturas, y niveles. Se deben mostrar los parámetros, los modos de control y los equipos principales que deben ser observados durante la operación, indicando puntos de ajuste, alarmas y controles especiales para que la operación se realice dentro de los límites de seguridad. Se deben incluir los registros de las inspecciones rutinarias a equipos, sistemas e instrumentos básicos.

- Procedimientos de emergencia.-

Deben de señalar los pasos a seguir, en caso de que los parámetros de control de proceso se encuentren fuera de los límites de seguridad de la operación, hasta que se pueda contar con condiciones segura de operación. Estos procedimientos deberán considerar al menos los siguientes casos:

- Falla en la energía eléctrica
- Falla en la comunicación entre áreas (almacenamiento, bombeo, carga,

descarga)

- Sobrellenado de: tanques de almacenamiento, auto tanques, carros tanque
- Bajo nivel de succión de bombas
- Falla de instrumentos
- Detección de niveles de explosividad
- Operación parcial del sistema de Seguridad

■ Planes de Respuesta a Emergencia

Debe considerar todos los procedimientos establecidos para la atención de emergencias al interior y al exterior del proyecto, conforme a los riesgos determinados.

El Plan de Respuesta a Emergencia debe cumplir con lo requerido en el Apartado XIII Preparación y Respuesta a Emergencias de los Lineamientos del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente emitidos por la Agencia de Seguridad Industrial y Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), así como lo solicitado en el Capítulo VI del Programa para Prevención de Accidentes SEMARNAT-07-013, vigente o que lo modifique o lo sustituya.

Se deberá contar con los procedimientos de emergencia, para al menos los siguientes escenarios:

- Pérdida de contención en tanque de almacenamiento, auto tanques, carros tanque
- Detección de niveles de explosividad
- Incendio en alguna de las áreas del proyecto
- Personal lesionado en alguna de las áreas del proyecto
- Activación de sistemas de seguridad
- Reanudación de operaciones después de un paro ordenado o de emergencia

b) Operación

Como se ha mencionado, el proyecto TCM considera los siguientes procesos para su operación:

- A. Recepción de petrolíferos mediante tren unitario
- B. Almacenamiento de Petrolíferos
- C. Reparto de Petrolíferos
- D. Transvase de Petrolíferos de carros tanque a auto tanques

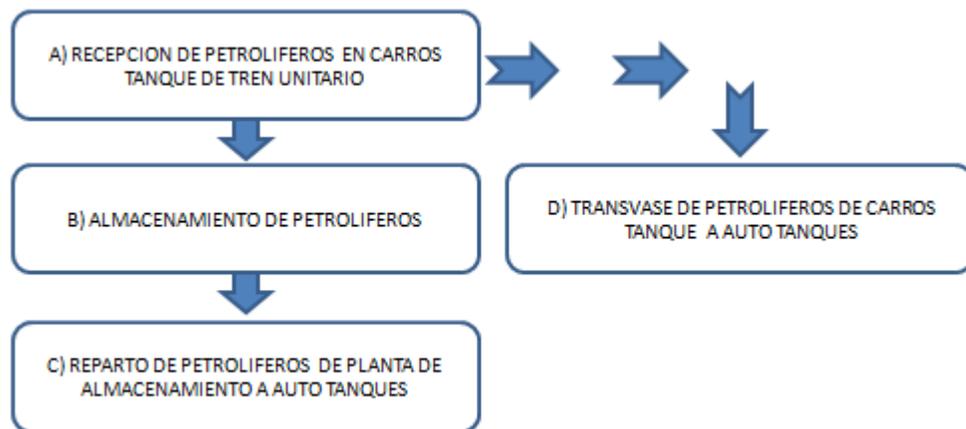


Fig.V.2.5.A. Diagrama de flujo del proceso operativo del Proyecto TCM

A. Recepción de petrolíferos mediante tren unitario.-

Como hemos señalado, el sitio cuenta con la infraestructura adecuada para realizar operaciones internas de recepción y entrega de petrolíferos mediante carro tanques, y ésta cumple con lo establecido en el punto 9.2.1.2.2 de la NOM-EM-003-ASEA-2016. La infraestructura existente cumple con las especificaciones para el diseño y construcción de estructuras de anclaje, soportes de tuberías y conexiones, accesorios y bridas señaladas en la norma en comento.

El proceso de recepción y entrega, considera la utilización de la infraestructura ferroviaria existente en el sitio del proyecto, realizando trabajo de vía para acomodar hasta dos unidades de tren con 120 carros tanque cada uno, considerando tres vías de transvase para 40 carros tanques en línea, vía de amarre de locomotora, vía de mal orden y carreteras de recepción y salida de la vía. El proyecto también considera la utilización de transvasadoras móviles capaces de transvasar 16 carros tanque por día.

Se considera que la capacidad para descargar el petrolífero del tren unitario será en un tiempo de 16 horas, permitiendo el cambio de tripulación del ferrocarril y reemplazar cualquier carro tanque en mal orden para mantener los trenes con unidades completas; tomando un tiempo de 24 horas para: la llegada del tren, inspección, descarga del carro tanque, ajuste de malas órdenes, sustitución de auto tanque mal ordenado de la carretera de llenado, preparando todas las instrucciones de la hoja de ruta y envío, sellado de carro tanque y salida del tren. Este tiempo de 24 horas es considerando desde la llegada del tren, inspección, descarga del carro tanque, ajuste de malas órdenes, sustitución de auto tanque mal ordenado, de la carretera de llenado, preparando todas las instrucciones de la hoja de ruta y envío, sellado de carro tanque y salida del tren. Se debe dar cumplimiento al desarrollo de transportación por tren de petrolíferos de KCS y estándares de diseño.

No se contempla recuperar el producto fuera de especificación de los carros tanque hacia el tanque de almacenamiento asignado. Esto se logrará complementando las reparaciones de los carros tanque en las vías de mal orden y luego transfiriendo los carros tanque nuevamente a la vía de descarga para vaciarse al tanque de almacenamiento asignado para este tipo de producto.

Todas las vías dentro de la instalación de descarga estarán unidas y conectadas a tierra para evitar descargas eléctricas no deseadas.

El sistema de descarga contará con un sistema de medición que incluirá la instrumentación para la medición y control de los Petrolíferos en todo el proceso, así como para el control de la descarga de los Petrolíferos. Dicho sistema estará conformado por unidad de control local, pinza de conexión a tierra física, filtro, bomba principal, filtro tipo “Y”, bomba auxiliar, tanque eliminador de aire, válvula check o de retención, medidor de flujo, válvula electrohidráulica, sensor de temperatura, válvula de bloqueo a tanque con indicador de posición (abierta-cerrada) y válvula de bloqueo de Carro-tanque.

Se deberá contar con una Unidad de Control Local (UCL) o predeterminador de llenado para el control de la descarga y registro de todas las variables del Sistema de Medición en cada parte del proceso. Todas las unidades de control enviarán su señal directamente al área en donde se llevará a cabo la supervisión y verificación de la operación de recepción y descarga.

El sistema de Recepción, deberá tener capacidad para que en caso de que alguna de las unidades de control llegara a fallar, no se interrumpa el funcionamiento de las otras, ni la comunicación de éstas con los servidores de aplicación.

El sistema, deberá ser capaz de medir y determinar los siguientes parámetros (no limitativos) por cada transferencia:

- Número de operación
- Número de Carro-tanque
- Número de posición de descarga
- Petrolífero
- Volumen programado (l)
- Volumen natural medido (l)
- Volumen normalizado
- Densidad promedio observada
- Temperatura promedio de descarga (°C)
- Flujo promedio de descarga (l/min)

- Fecha de inicio de la descarga
- Fecha de fin de la descarga
- Hora de inicio de la descarga
- Hora de fin de la descarga

Las instalaciones para recepción de petrolíferos en carro tanques, deberán estar construidas en un área independiente acondicionada con pisos que garanticen la impermeabilidad de la superficie y su impacto ambiental en donde se realicen las operaciones de conexión y desconexión en caso de derrame de combustibles líquidos; asimismo deberán construirse con pendientes que direccionen cualquier escurrimiento de combustible hacia el sistema de drenaje aceitoso a fin de asegurar la contención y manejo adecuado del mismo.

Los sistemas de llenado deberán disponer de medios para llenado por el domo que incluyan sistemas de corte rápido del flujo de carga, medios de conexión al carro tanque mediante sistemas de tuberías con juntas herméticas giratorias o manguera especiales que garanticen además la conducción de cargas estáticas eléctricas, así como un difusor para disminuir la turbulencia en el interior del carro tanque.

- **Procedimiento de Operación para Recepción de Petrolíferos en carros tanque.-**

El procedimiento de operación para la Recepción de Productos en el proyecto TCM, será el siguiente:

1. El tren unitario que entregará Kansas City Southern (KCS) consistirá en una o dos vías designadas para recibo/descarga.
2. KCS quitará la alimentación a la locomotora y se apartará de la operación.

3. El equipo de operaciones realizará el cambio entre las tres vías de transvase del tren unitario con energía local.
4. El equipo de operaciones descargará el combustible del tren unitario a los auto tanques designados por el cliente mediante las unidades de transvase móviles.
5. El cambio de carros tanque será llevado a cabo por las operaciones de WATCO con la coordinación de KCS.
6. El equipo de operaciones realizará la planificación del transvase de carros tanque a tanques de almacenamiento.
7. El equipo de operaciones cambiará los carros tanque fuera de la vía de transvase, una vez que todos fueron descargados.
8. KCS llegará al sitio con la alimentación móvil y acoplamiento con la unidad del tren para salir de la terminal.
9. El equipo de operaciones llevará a cabo las pruebas de integridad del tren unitario de acuerdo con las regulaciones de KCS en la vía de recepción y salida para la entrega eficiente del tren a KCS.

Para una adecuada operación del Sistema de Recepción de Petrolíferos, se deberán considerar los siguientes aspectos:

- El Manual de Operación deberá contener los procedimientos de las actividades de recepción de petrolíferos
- Se llevará un registro diario de las condiciones operativas de los Petrolíferos almacenados, tales como: presión, temperatura, flujo, entre otros
- El área deberá contar con la infraestructura necesaria a fin de proteger al personal operativo (plataformas provistas de escaleras y pasamanos, etc.)
- Se podrá utilizar la recepción situada en la parte inferior de los tanques si se requiere disminuir la cantidad de emisiones del Petrolífero almacenado al ambiente, ya que los trabajos serán realizados a un nivel que permite reducir las salpicaduras así como el acumulamiento de cargas electrostáticas

- Durante la Operación de Recepción de Petrolíferos, las condiciones operativas deben permanecer estables.

Otro aspecto importante durante la operación de descarga de petrolíferos de carros tanque a tanques de almacenamiento, es el equipo de bombeo, por lo que se debe considerar lo siguiente para una adecuada operación:

- Las actividades de bombeo deberán estar contenidas dentro del manual de operación del proyecto, considerando sus características específicas y mejores prácticas nacionales e internacionales.
- Cada equipo deberá identificar el tipo de servicio que realizará, su ubicación, sentido de flujo, tipo de petrolíferos que manejará, placa de datos de operación y número de serie
- Todo el sistema de bombeo deberá estar libre de fugas, lo cual deberá verificarse periódicamente.
- Deberán implementarse condiciones seguras de operación como son: lugares confinados, gabinetes y carcasas que mitiguen el ruido y vibración excesivas, reduciendo las posibilidades de ignición en caso de producirse fugas
- El equipo de respaldo deberá tener las mismas especificaciones del equipo principal, con objeto de asegurar una operación continua
- Se deberá verificar periódicamente la alineación de la bomba-motor, para evitar o disminuir la vibración y fugas del equipo.

B. Almacenamiento de Petrolíferos

Todos los tanques de almacenamiento tendrán la capacidad de recibir los petrolíferos desde los carros tanque de ferrocarril, mientras que al mismo tiempo podrán hacer la actividad de transvase directamente a los autos tanques mediante bombas y tuberías de carga. Las instalaciones de descarga se han diseñado para tener en futuras etapas la capacidad de recibir en los

tanques de almacenamiento el producto entrante desde auto tanques y/o ducto, así como tener la capacidad de descargar producto de tanques a ducto y/o carros tanque.

Los tanques de almacenamiento tendrán diques construidos de concreto alrededor de los límites de batería de tanques para contener cualquier derrame potencial. Los diques fueron diseñados y dimensionados de acuerdo con los códigos y normas aplicables, considerando especialmente la NOM-EM-003-ASEA-2016. Cada tanque tendrá un sistema de drenaje de agua. Se podrá descargar el agua después del muestreo utilizando un sistema separador de aceite y agua.

Se utilizarán bombas verticales para descargar los petrolíferos de los carros tanque hasta la alimentación de los tanques de almacenamiento. El sistema contará con dos bombas dedicadas, una para funcionar y otra como repuesto. La tubería de succión y descarga de los sistemas de descarga se alimentará a un cabezal común. Se proporcionarán variadores de frecuencia en las bombas de descarga para variar las velocidades y los volúmenes de la bomba para que coincidan con el volumen de succión disponible. Se proporcionarán interruptores de vibración y calentamiento. La operación de la bomba e instalación será controlada por PLC.

La medición del sistema de descarga desde el tren unitario a los tanques de almacenamiento será con medidores maestros instalados corriente arriba de los tanques de almacenamiento y se utilizará la calibración del tanque como verificación de los volúmenes.

Se prevé que a futuro la operación de descarga será capaz de funcionar 24 horas al día con sesenta (60) puntos de descarga de carros tanque que facilitará la descarga de los 68,000 BPD (10'804,520 litros por día). Los puntos de descarga contarán con una unidad de trasvase para efectuar la carga desde el carro tanque al tanque de almacenamiento asignado.

Para la adecuada operación de los tanques de almacenamiento, se recomienda lo siguiente:

- Cada tanque de almacenamiento contará con una identificación que deberá señalar el tipo de servicio, tipo de Petrolífero, así como el sentido de flujo de las líneas y equipos
- El equipo de medición de los tanques, deberá contar con un certificado vigente de calibración
- Deberán realizarse revisiones periódicas de la protección catódica y recubrimiento de tanques, así como al techo flotante externo y/o membrana interna de techo fijo, deberán quedar registradas y firmadas por el operador responsable; dichos registros deben ser conservados en las instalaciones por lo menos durante 5 años
- Es importante que no operen los tanques de techo flotante externo o de membrana interna flotante, por debajo del nivel “bajo” de operación, de tal forma que el techo flotante o la membrana se mantenga siempre flotando, sin que sus soportes toquen el piso.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso de descarga de Petrolíferos de los carros tanque a los tanques de almacenamiento:

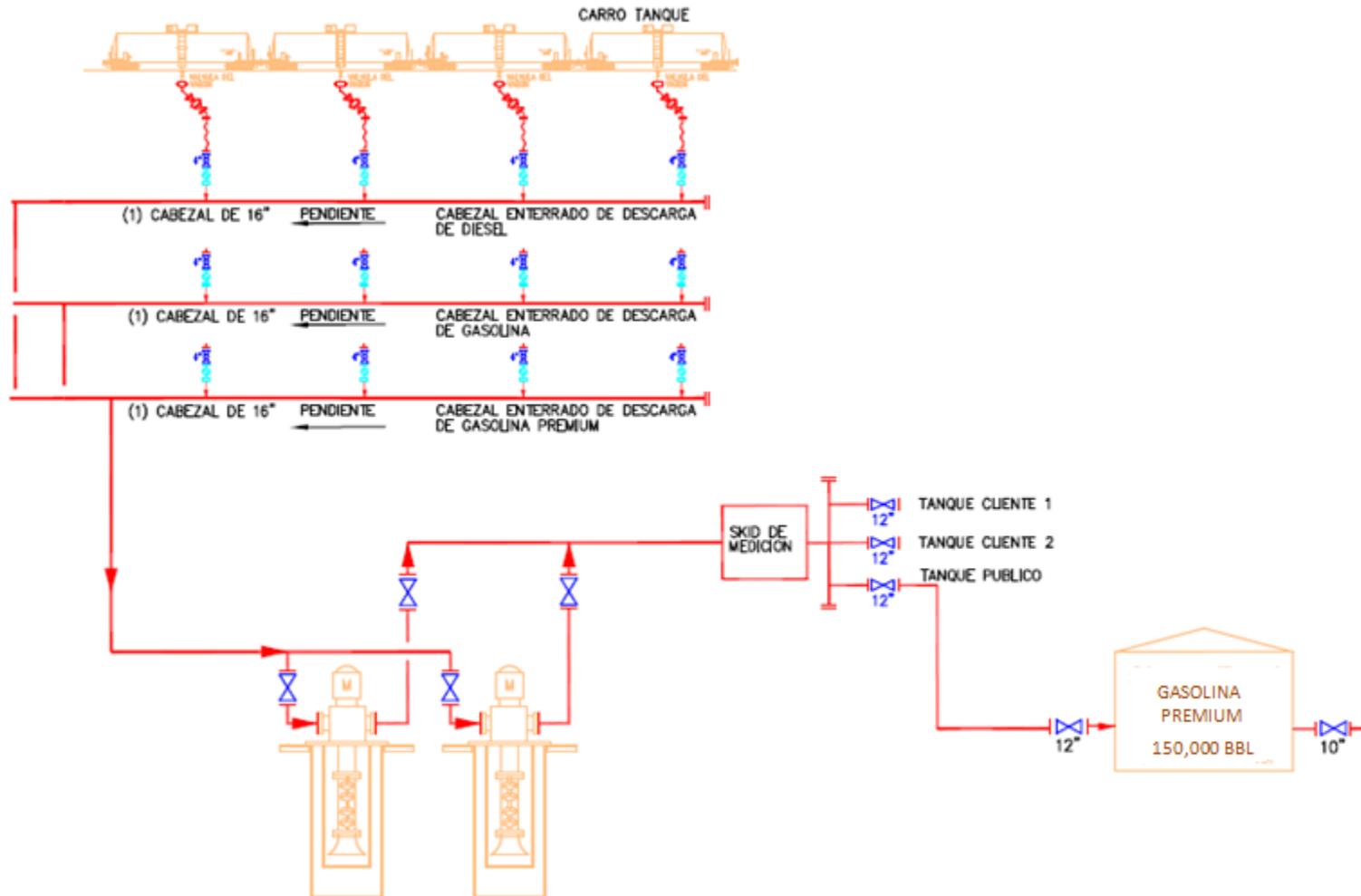


Fig.V.2.5.B. Diagrama esquemático de flujo del proceso de descarga de Carros Tanque a un Tanque de Almacenamiento

C. Reparto de petrolíferos de Planta de Almacenamiento a auto tanques.-

Esta operación considera la carga de auto tanques en 14 llenaderas (bahías de llenado). Los petrolíferos se moverán desde los tanques de almacenamiento designados, a las posiciones de carga de los auto tanques. Se utilizará una bomba centrífuga para cargar un auto tanque en cada posición de carga de auto tanques. Todas las tuberías, válvulas, medidores y controles asociados utilizados en este proceso, se determinaron con base a sus especificaciones, para soportar este proceso de carga. El área de carga de auto tanques estará diseñada para funcionar 24 horas al día.

Se contará con tanques de compensación en el sistema de carga de auto tanques y alivio de presión (térmica y sobrepresión) en conectores flexibles y tubería de descarga de las bombas. El alivio se destinará a los respectivos tanques de almacenamiento.

Para la adecuada Operación de los Auto-tanques, se considera lo siguiente:

- Las actividades de Recepción y Entrega de Auto-tanques deberán estar incluidas en el Manual de Operación.
- Sólo deben cargarse Petrolíferos en Auto-tanques en donde el material con que están contruidos, sea compatible con las características químicas de éste
- El Petrolífero cargado deberá ser compatible con aquél que haya sido cargado anteriormente a menos que el tanque del vehículo haya sido limpiado y acondicionado para otro producto
- Para el llenado a través de domos abiertos hacia los auto tanques que contienen mezclas de vapor-aire dentro del rango de inflamabilidad, o cuando el petrolífero transferido a los tanques pueda formar una mezcla inflamable, ésta actividad deberá hacerse mediante un tubo que se extienda hasta 150 mm (6 pulgadas) del fondo del Auto-tanque, a menos que el líquido acumule cargas de electricidad estática

- Cuando se realice el llenado por el fondo de auto tanques, deberán utilizarse velocidades de flujo reducidas, deflectores de salpicaduras u otros dispositivos para impedir salpicaduras y minimizar la turbulencia del petrolífero.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de esta operación.

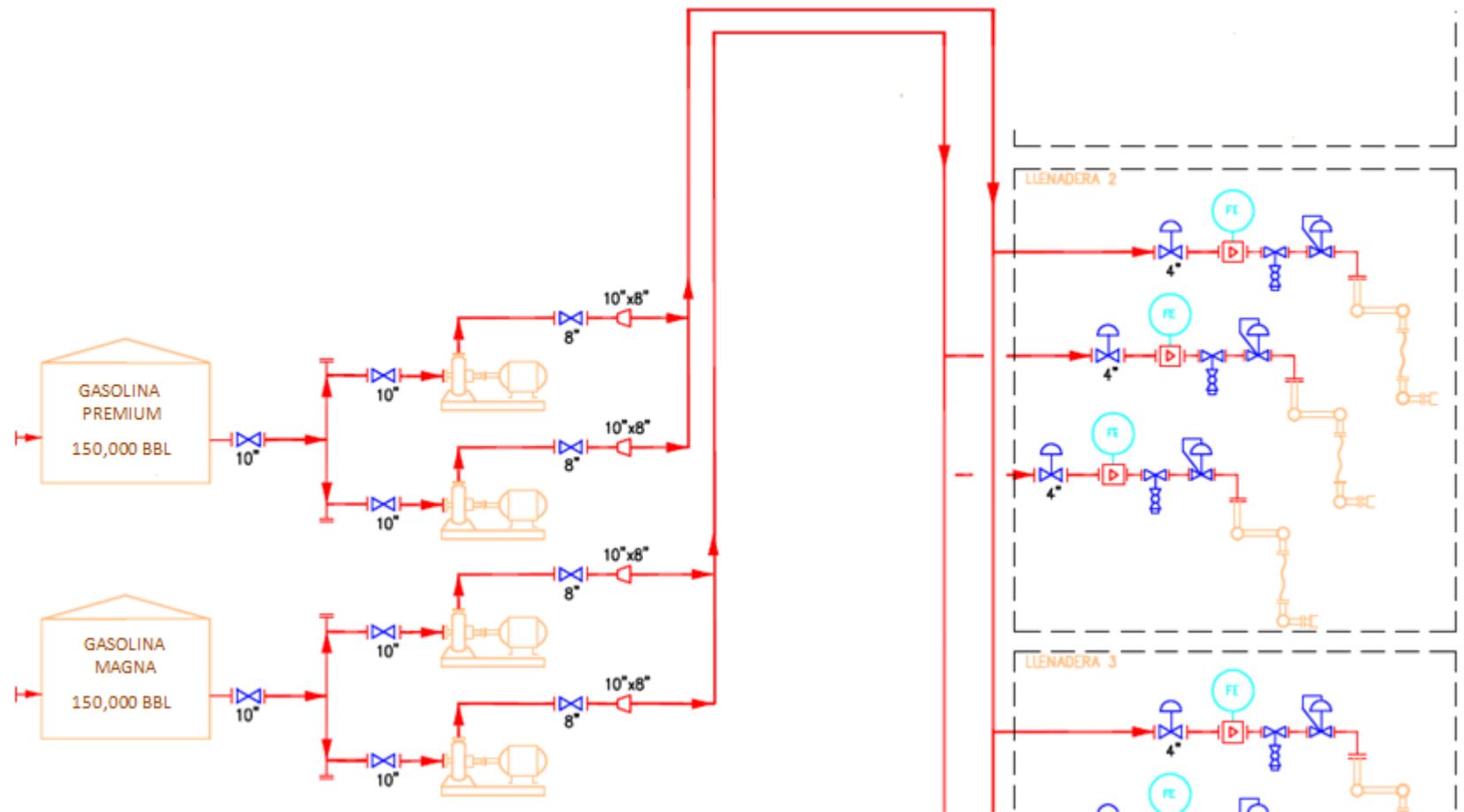


Fig.V.2.5.C. Diagrama esquemático de flujo del proceso de descarga de de Almacenamiento Tanques (para ejemplo se muestran solamente dos) a Llenaderas.

D. Transvase de Petrolíferos de carros tanque a auto tanques.-

Esta operación podrá ser realizada en el proyecto, dado su diseño y a través de unidades de transvase móviles, sin embargo, se considera que el principal proceso será la recepción de producto en trenes unitarios para su descarga a la Planta de Almacenamiento para su posterior reparto a través de autos tanque.

El proceso de descarga de carros tanque, considera en su diseño seis transvasadoras móviles, para ser usados para catorce posiciones posibles (llenaderas de descarga auto tanques) situadas en la transportación de las vías de transvase directamente a los auto tanques.

Las unidades de transvase estarán equipadas con tuberías, válvulas asociadas de 4", bomba con motor de 7.5 HP, flujo medidor tipo Coriolis, conexión a probador, regulador micro de carga, verificación de puesta a tierra, desconexión del motor de 7.5 HP, clase I DIV II VFD, iluminación, plataforma de acceso seguro a los carros tanque e impresora de tickets.

Se dispondrá de bandejas de goteo en las vías de transvase a las conexiones del auto tanque para contener derrames menores que pudieran existir.

En cada estación de carga de auto tanque contará con un medidor de flujo másico tipo Coriolis de calidad de transferencia de custodia para medir la velocidad de flujo del petrolífero.

Las áreas de Recepción y Entrega deben ser construidas con los distanciamientos descritos en las bases de Diseño, sobre pisos de concreto hidráulico armado para tránsito pesado y semipesado, que garantice la impermeabilidad en casos de derrame de combustibles líquidos; asimismo deberá diseñarse y construirse con pendientes que direccionen cualquier escurrimiento hacia un sistema de drenaje aceitoso, que asegure la contención y tratamiento por derrame de Petrolíferos. A continuación se muestra el diagrama de flujo de esta operación.

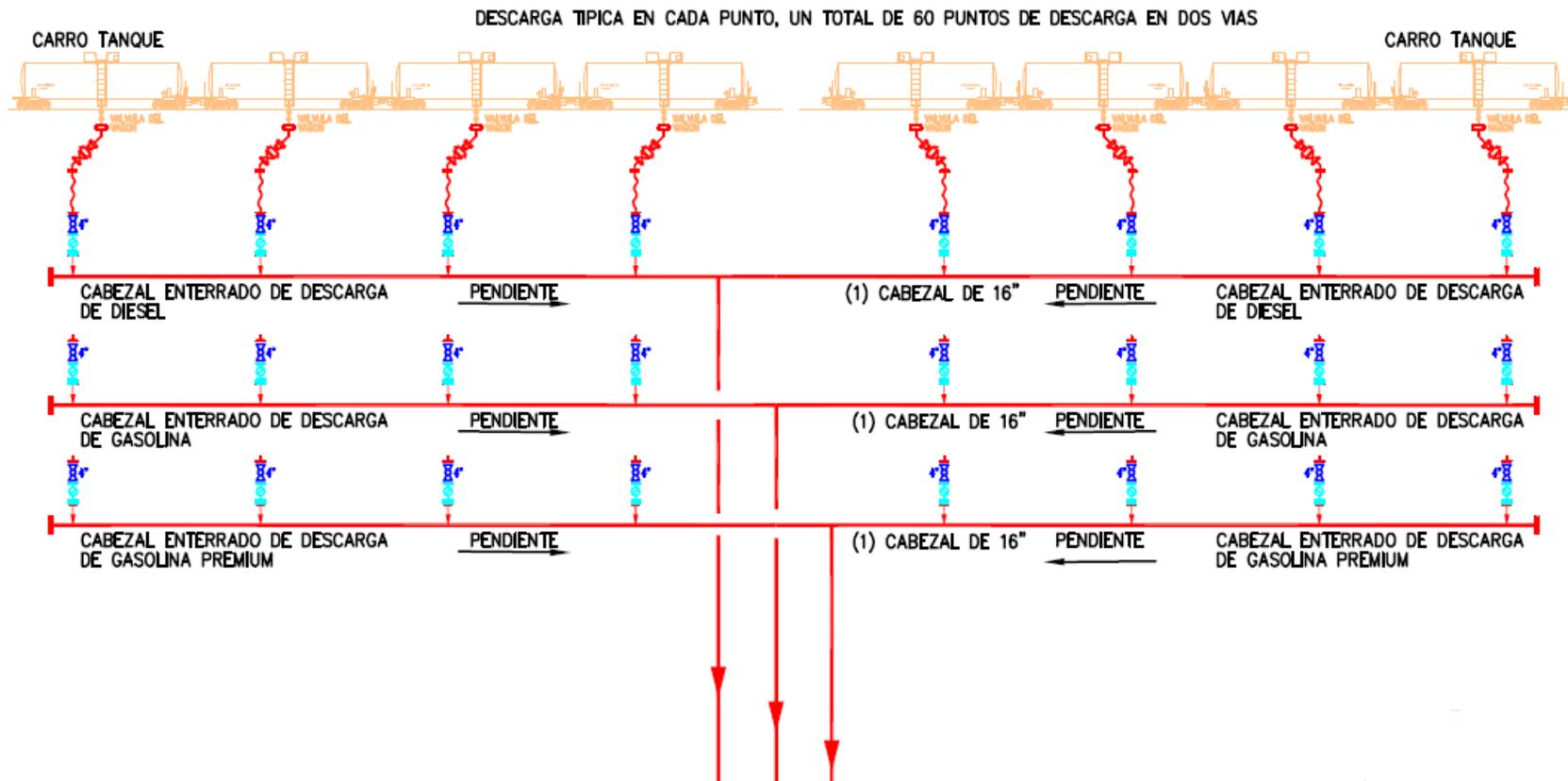


Fig.V.2.5.D. Diagrama esquemático de flujo del proceso de descarga de carros tanque a auto tanque

c) Paro de Emergencia

Durante la operación del proyecto, podrán existir situaciones que se presenten y que requieran de atención oportuna e inmediata, con la finalidad de mantener en todo momento la seguridad operativa para la eliminación de posibles riesgos potenciales. Esto sucederá cuando existan parámetros de control de proceso que se encuentren fuera de los límites seguros de operación, y por ello será necesaria la aplicación de los procedimientos de emergencia hasta llevar el sistema a una condición segura; estos procedimientos deben ser al menos para los siguientes casos:

- a. Falla de energía eléctrica;
- b. Falla de comunicaciones (entre almacenamiento, bombeo, carga, y descarga);
- c. Sobrellenado de tanque de almacenamiento, auto tanque y/o carro tanque
- d. Pérdidas de contención en tanque de almacenamiento, auto tanque, carro tanque
- e. Por bajo nivel de succión en bombas
- f. Falla en instrumentos de medición
- g. Detección de altos niveles de explosividad
- h. Incendio en diferentes áreas de las instalaciones de recepción, almacenamiento y/o entrega
- i. Personal lesionado, en alguna de las diferentes áreas del proyecto

Al suscitarse un incidente o accidente en el área de almacenamiento, recepción y/o entrega se deberá proceder de acuerdo a lo siguiente:

- a. Se deben llevar a cabo las acciones necesarias para controlar el incidente o accidente, hasta llevar a condiciones seguras a las instalaciones, al personal y al medio ambiente
- b. Se deberá evaluar la magnitud del incidente o accidente y aplicar el Plan de Respuesta a Emergencias ya sea interno o externo, manteniéndose los registros de todos los Incidentes o Accidentes que se presenten durante la operación y el mantenimiento.
- c. En el caso de que durante la operación del proyecto, se presente una situación de emergencia (por ejemplo fuga de petrolíferos, pérdida de inventario o derrame) que implique un daño a las personas, a los equipos, a los materiales y/o al medio ambiente, se deberá dar atención inmediata y notificar a la ASEA, de acuerdo a las disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la misma.

d) Paro normal

Durante la operación del proyecto, se deberán estar verificando periódicamente los valores normales de operación (flujos, presiones, temperaturas, y niveles), los cuales estarán registrados en el manual de operaciones mediante diagramas de flujo de proceso y los diagramas de tubería e instrumentación, de igual manera, se deberán indicar los parámetros, las formas de control y los equipos principales que deben ser observados durante la operación del proyecto, indicando las causas y los efectos de las diferentes variables, rangos, puntos de ajuste, alarmas y controles especiales para la operación dentro de los límites seguros, incluyendo los registros de las inspecciones rutinarias a equipos, sistemas e instrumentos básicos. En algún momento, podrá ser necesario realizar paros normales en algún proceso, con la finalidad de realizar ajustes para vaciar, sacar de servicio, llenar y poner nuevamente en operación componentes o equipo, reanudando nuevamente la operación de ese sistema.

Dado lo anterior, es importante que los procedimientos específicos para cada sistema contengan al menos lo siguiente:

- a. Descripción de cada sistema o componente para el cual está hecho, incluyendo sus condiciones de diseño
 - b. Límites seguros de operación
 - c. Secuencia lógica detallada para la operación del sistema (incluidas medidas de seguridad como puesta a tierra, verificación del petrolífero a manejar, etc.)
 - d. Secuencia lógica para realizar paro, vaciar y sacar de servicio, llenar y poner nuevamente en servicio componentes y subsistemas
 - e. Listado de soluciones a problemas típicos de la operación
 - f. Verificación de condiciones de integridad mecánica de equipos a cargar, así como la verificación del petrolífero a manejar
 - g. Calificación del personal, (es importante que las operaciones de los subsistemas que integran el sistema de almacenamiento, sólo puedan ser realizados por personal calificado)
- e) Reanudación de operaciones después de un paro (programado o emergencia)**

Después de la realización de un paro ordenado o de emergencia y posterior a la resolución de las contingencias que hayan obligado a realizar dicho paro, se debe iniciar la reactivación de las operaciones; para ello, el Regulado se debe asegurar que todas las condiciones operativas y de seguridad principalmente, se encuentran en condiciones óptimas de arranque.

f) Activación de sistemas de seguridad

Al suscitarse un incidente o accidente en las áreas de almacenamiento, recepción y/o entrega, deberá asegurarse lo siguiente:

- a. Se deberán realizar las acciones necesarias para controlar el incidente o accidente, hasta llevar a condiciones seguras a las instalaciones, al personal y al medio ambiente
- b. Se deberá evaluar la magnitud del incidente o accidente y aplicar el Plan de Respuesta a Emergencias ya sea interno o externo, manteniéndose los registros de todos los incidentes o accidentes que se presenten durante la operación
- c. En el caso de que durante la operación del proyecto, se presente una situación de emergencia (por ejemplo fuga de petrolíferos, pérdida de inventario o derrame) que implique un daño a las personas, a los equipos, a los materiales y/o al medio ambiente, se deberá dar atención inmediata y notificar a la ASEA, de acuerdo a las disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la misma.

g) Plan de respuesta a Emergencia

El Plan de Respuesta a Emergencia del proyecto, deberá considerar todos los procedimientos establecidos para la atención de emergencias al interior y al exterior de la instalación, determinados en el Análisis de Riesgos como eventos probables de ocurrencia.

Este Plan de Respuesta a Emergencia deberá cumplir con lo solicitado en el Apartado XIII Preparación y Respuesta a Emergencias de los Lineamientos del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente emitidos por la ASEA, así como lo solicitado en el Capítulo VI del Programa para Prevención de Accidentes SEMARNAT-07-013, vigente o que lo modifique o lo sustituya.

Dicho Plan deberá contar con los procedimientos de emergencia al menos para los siguientes escenarios:

- a. Pérdidas de contención en tanques de almacenamiento, auto tanques y/o carros tanque
- b. Detección de altos niveles de explosividad
- c. Incendio en diferentes áreas de la instalación recepción, almacenamiento y entrega
- d. Personal lesionado, en diferentes áreas.

h) Verificación y Mantenimiento

Las inspecciones, pruebas y el Mantenimiento periódico de los tanques de almacenamiento, bombas y otros equipos, tuberías, válvulas, instrumentos, estructuras y edificios, incluyendo los sistemas de protección contra incendio, deberán ser realizadas por personal capacitado y de conformidad con las recomendaciones del fabricante o programas establecidos, cuyos procedimientos deberán estar contenidos en un manual de mantenimiento.

El mantenimiento que se requerirá en el proyecto, debe considerar al menos lo siguiente:

- a. Programa de mantenimiento predictivo y preventivo, dirigido a cada componente del equipo crítico de la instalación de almacenamiento, recepción y entrega que lo integran. La verificación, pruebas y el mantenimiento periódico que se le realizará, se deberá programar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y las buenas prácticas reconocidas en la industria para asegurar su funcionamiento adecuado
- b. El programa de mantenimiento, debe aplicarse mensual o periódicamente con el fin de controlar la realización de los trabajos de verificación, pruebas y mantenimiento.

c. Las actividades de mantenimiento, deberán contar con procedimientos e instructivos, a fin de que al realizar los trabajos de verificación, pruebas y mantenimiento especificados en los programas correspondientes, éstos se hagan de manera segura y por personal calificado.

d. Toda actividad de mantenimiento, deberá realizarse bajo los aspectos de seguridad e instrucciones que permitan garantizar la seguridad de las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

V.2.6. Etapa de abandono del sitio.

WTC Industrial es un parque industrial, que como parte de su política interna, no tiene previsto el cierre y abandono de las instalaciones existentes en su interior. A este respecto, el proyecto TCM mediante acciones de mantenimiento preventivo y correctivo, mantendrá en óptimas condiciones sus instalaciones, ampliando de manera indefinida el tiempo de vida útil de las mismas.

Todas aquellas instalaciones y/o equipos (ej. Tanques), que tengan un tiempo de vida útil, al término de la misma serán cambiados utilizando las nuevas tecnologías apropiadas para el proyecto en el momento en que esto suceda.

V.3. Listado de materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

Los materiales que se recibirán, almacenarán y distribuirán en la Terminal del Centro de México, serán los siguientes:

- Gasolina Magna
- Gasolina Premium
- Diésel

Las cuales se encuentran en estado líquido y a condiciones de temperatura y presión ambiente.

Estos materiales se encuentran en el segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992.

La Terminal contara, en su primera etapa, con cuatro tanques de almacenamiento de acero al carbón, con techo flotante para disminuir la generación de vapores en su interior, con fondo tipo cónico, de 18 m de altura por un diámetro de 44 m, y con una capacidad nominal de 150,000 BBL cada uno, pudiendo llegar hasta ocho tanques en etapas subsecuentes para una capacidad total de 1'200,000 BBL.

V.4. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento.

Para el almacenamiento de los hidrocarburos se utilizarán tanques API 650 con techo flotante, a continuación, se enlistan sus principales características de diseño.

HOJA DE DATOS PRELIMINAR DE TANQUES DE HIDROCARBUROS	
Número de depósitos:	8
Tipo de tanque (s):	Api 650 con techo flotante
Capacidad Nominal del tanque (barriles):	150.000 BBL
Tanque de diámetro:	44 m (145 ft)
Tanque de altura:	18 m (60 ft)
Material de construcción del tanque:	Acero de carbón
Temperatura de diseño del tanque:	30 a 200 ° F / menos 1 a 93 C
Presión de diseño del tanque:	Mínimo 1 pulgada columna de agua
Velocidad de carga de viento de tanque:	Por San Luis Potosí
Carga uniforme del techo del tanque:	25 psf equivalente a 1.75 kg/cm ²
Margen de corrosión:	Ninguno
Aislamiento requerido:	No
Tipo de techo:	Cono
Techo flotante interno:	Sí
Tipo de fondo:	Cónico

Programa preliminar de la boquilla

Marca	Tamaño	Tipo y grado de conexión	Tanque interior Tipo y grado de conexión	Elevación	Descripción
A	12"	# 150 RFSO	# 150 RFSO	12"	Alta succión
B	6"	# 150 RFSO	# 150 RFSO	12"	Baja succión
C	4"	# 150 RFSO	# 150 RFSO	12"	Desmontaje
D	12"	# 150 RFSO	# 150 RFSO	12"	Relleno
E	1 ½"	3000" NPT	Descarga	12"	Temperatura
F	4"	# 150 RFSO	Descarga	12"	Drenaje de agua
MW _{S1}	30"	API DE	Descarga	30"	Entrada de hombre Shell 1
MW _M	30"	API DE	Descarga	30"	Entrada de hombre de Shell para mezclador
Marca	Tamaño	Tipo y grado de conexión	Tanque interior Tipo y grado de conexión	Elevación	Descripción
MW _r	30"	API DE	Descarga	Techo	Entrada de hombre de techo
G	6"	# 150 RFSO	Descarga	Techo	Radar
H	10"	# 150 RFSO	Descarga	Techo	Por debajo de la cubierta Vapor
Me	8"	# 150 RFSO	Descarga	Techo	Portilla de calibre
J	6"	# 150 RFSO	Descarga	Techo	Muestra Portilla
L	6"	# 150 RFSO	Descarga	Techo	De repuesto
M	12"	# 150 RFSO	Descarga	Techo	Centro de cubo de ventilación/pintor
N1	4"	# 150 FFSO	Descarga	47' - 6"	Cámara de espuma
N2	4"	# 150 FFSO	Descarga	47' - 6"	Cámara de espuma
N3	4"	# 150 FFSO	Descarga	47' - 6"	Cámara de espuma
N4	4"	# 150 FFSO	Descarga	47' - 6"	Cámara de espuma
O	1 ½"	3000" NPT	Descarga	Techo	Nivel de Varec calibre Assbly
P1/P2	¾"	# 3000 NPT	Descarga	Techo	Varec Cable guía
Q	18 x 8	Con bridas	Descarga	Techo	Escotilla de inspección Varec

V.5. Equipos de proceso y auxiliares.

LISTA DE EQUIPO														
CLAVE	SERVICIO	NUMERO	TIPO	CAPACIDAD	CAPACIDAD	CAPACIDAD	COND. DE DISEÑO		CONEXIONES	DIMENSIONES	POTENCIA	MATERIALES DE	CODIGO DE	DIAGRAMA
EQUIPO	EQUIPO	REQ.	EQUIPO	BBR / LITROS	GPM/ M ³ /HR	BHP	P.(PSI)	TEMP .(F)	DIA/LIB/CARA	FT/MTS	NOMINAL (HP)/KW	CONSTRUCCION	DISEÑO	DE REF.
P-230-240	BOMBA DE DESCARGA DE GASOLINA PREMIUM	2	VERTICAL TIPO TURBINA	-----		5,625	ANSI 150 #	-----	SUCC.=8", 150,RF DESC.=8", 150,RF	-----	(150 - 200)/ 111.85 - 149.14	ACERO AL CARBONO	API 610	----
P-250-260	BOMBA DE DESCARGA DE GASOLINA	2	VERTICAL TIPO TURBINA	-----		5,625	ANSI 150 #	-----	SUCC.=8", 150,RF DESC.=8", 150,RF	-----	(150 - 200)/ 111.85 - 149.14	ACERO AL CARBONO	API 610	----
P-270-280	BOMBA DE DESCARGA DE DIESEL	2	VERTICAL TIPO TURBINA	-----		5,627	ANSI 150 #	-----	SUCC.=8", 150,RF DESC.=8", 150,RF	-----	(150 - 200)/ 111.85 - 149.14	ACERO AL CARBONO	API 610	----
FE-310-320	MEDIDOR DE FLUJO	2	CORIOLES	-----	175-3500/ 39-794.85			-----	SUCC.=6", 150 ANSI DESC.=6", 150 ANSI	-----	-----	316/316L		----
FE-330-340	MEDIDOR DE FLUJO	2	CORIOLES	-----	175-3500/ 39-794.85			-----	SUCC.=6", 150 ANSI DESC.=6", 150 ANSI	-----	-----	316/316L		----
FE-350-360	MEDIDOR DE FLUJO	2	CORIOLES	-----	175-3500/ 39-794.85			-----	SUCC.=6", 150 ANSI DESC.=6", 150 ANSI	-----	-----	316/316L		----
	AREA LLENADERAS (EQUIPO PAQUETE QUE INCLUYE CADA UNO)	14												
P-1001A/B	BOMBA GASOLINA PREMIUM CARGA DE AUTO TANQUE	1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	-----	1500 / 340.65		ANSI 150 #	-----	SUCC.=10", 150,RF DESC.=8", 150,RF	-----	-----	ACERO AL CARBONO	API 610	----
P-1002A/B	BOMBA GASOLINA CARGA DE AUTO TANQUE	1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	-----	1500 / 340.65		ANSI 150 #	-----	SUCC.=10", 150,RF DESC.=8", 150,RF	-----	-----	ACERO AL CARBONO	API 610	----
P-1003A/B	BOMBA DIESEL CARGA DE AUTO TANQUE	1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	-----	1500 / 340.65		ANSI 150 #	-----	SUCC.=10", 150,RF DESC.=8", 150,RF	-----	-----	ACERO AL CARBONO	API 610	----
STR-1112/1212/1312/1412	FILTRO	1	TIPO CANASTA VERTICAL	-----			ANSI 150 #	-----	SUCC.=4", 150,RF DESC.=4", 150,RF	-----	-----	ACERO AL CARBONO		----
FE-1110/1210/1310/1410	MEDIDOR DE FLUJO	1	CORIOLES	-----				-----	SUCC.=3", 150 ANSI DESC.=3", 150 ANSI	-----	-----	316/316L		----
STR-1122/1222/1322/1422	FILTRO	1	TIPO CANASTA VERTICAL	-----			ANSI 150 #	-----	SUCC.=4", 150,RF DESC.=4", 150,RF	-----	-----	ACERO AL CARBONO		----

FE-1120/1220/1320/1420	MEDIDOR DE FLUJO	1	CORIO LIS	-----					SUCC.=3", 150 ANSI DESC.=3", 150 ANSI	-----	-----	316/316L		----
STR-1132/1232/1332/1432	FILTRO	1	TIPO CANASTA VERTICAL	-----			ANSI 150 #	-----	SUCC.=4", 150,RF DESC.=4", 150,RF	-----	-----	ACERO AL CARBONO		----
FE-1130/1230/1330/1430	MEDIDOR DE FLUJO	1	CORIO LIS	-----				-----	SUCC.=3", 150 ANSI DESC.=3", 150 ANSI	-----	-----	316/316L		----
LA-1110/1120/1130	BRAZO DE LLENADO AUTO TANQUE	1	TL 54H3	-----				-----	DESC.=7", 150 ANSI	-----	-----	ACERO AL CARBONO		----
LA-1210/1220/1230	BRAZO DE LLENADO AUTO TANQUE	1	TL 54H3	-----				-----	DESC.=7", 150 ANSI	-----	-----	ACERO AL CARBONO		----
LA-1310/1320/1330	BRAZO DE LLENADO AUTO TANQUE	1	TL 54H3	-----				-----	DESC.=7", 150 ANSI	-----	-----	ACERO AL CARBONO		----
LA-1410/1420/1430	BRAZO DE LLENADO AUTO TANQUE	1	TL 54H3	-----				-----	DESC.=7", 150 ANSI	-----	-----	ACERO AL CARBONO		----
T-1001	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845, 500			LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12", 150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTUR A= 60/18.2 8 DIAMET RO= 145/44. 19		ACERO AL CARBONO	API 650	----
T-1002	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845, 500			LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12", 150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTUR A= 60/18.2 8 DIAMET RO= 145/44. 19		ACERO AL CARBONO	API 650	----
T-1003	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845, 500			LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12", 150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTUR A= 60/18.2 8 DIAMET RO= 145/44. 19		ACERO AL CARBONO	API 650	----
T-1004	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845, 500			LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12", 150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTUR A= 60/18.2 8 DIAMET RO= 145/44. 19		ACERO AL CARBONO	API 650	----
T-1005	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845, 500			LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12", 150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTUR A= 60/18.2 8 DIAMET RO= 145/44. 19		ACERO AL CARBONO	API 650	----
T-1006	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845, 500			LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12", 150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTUR A= 60/18.2 8 DIAMET RO= 145/44. 19		ACERO AL CARBONO	API 650	----
T-1007	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845, 500			LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12", 150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTUR A= 60/18.2 8 DIAMET RO= 145/44. 19		ACERO AL CARBONO	API 650	----

T-1008	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FLOTANTE	150000 /23,845,500			-----	LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12",150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTURA= 60/18.28 DIAMETRO= 145/44.19	ACERO AL CARBONO	API 650	----	
ST-2000	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRAINCENDIO	1	VERTICAL ATMOSFERICO DE TECHO FIJO	POR DEFINIR				LLENO DE AGUA	-----	LLENADO. =12",150 ANSI VACIADO. =10", 150 ANSI	ALTURA= XX DIAMETRO= XX	ACERO AL CARBONO	API 650	----	
PFS-1000	BOMBA PRINCIPAL DE AGUA CONTRAINCENDIO	1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	POR DEFINIR				ANSI 125 #		SUCC.=8", 150,RF DESC.=10", 150,RF	-----	POR DEFINIR	ACERO AL CARBONO ASTM A 216 GR WCB	NFPA-20	----
PFS-1001	BOMBA AUXILIAR DE AGUA CONTRAINCENDIO	1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	POR DEFINIR				ANSI 125 #		SUCC.=8", 150,RF DESC.=10", 150,RF	-----	POR DEFINIR	ACERO AL CARBONO ASTM A 216 GR WCB	NFPA-20	----
PFS-1002	BOMBA DE PRESURIZACION DE AGUA CONTRAINCENDIO (JOCKEY)	1	CENTRIFUGA HORIZONTAL	POR DEFINIR				ANSI 125 #		SUCC.=8", 150,RF DESC.=10", 150,RF	-----	POR DEFINIR	ACERO AL CARBONO ASTM A 216 GR WCB	NFPA-20	----
S/N	SISTEMA PROPORCIONADOR DE ESPUMA CONTRAINCENDIO	1	PAQUETE	POR DEFINIR						POR DEFINIR		POR DEFINIR	POR DEFINIR	----	----
PTAR-1000	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS	1	PAQUETE	POR DEFINIR						POR DEFINIR		POR DEFINIR	POR DEFINIR	----	----
	EQUIPO ELECTRICO														
	TRANSFORMADOR PARA AREA DE ALMACENAMIENTO	2	XXKVA XXKV-480/280-120V												
	TRANSFORMADOR PARA EDIFICIO ADMINISTRATIVO	1	XXKVA XXKV-480/280-120V												
	TRANSFORMADOR PARA AREA DE DESCARGA DE CARROS TANQUES	2	XXKVA XXKV-480/280-120V												

LISTA DE MATERIALES		
No.	Cantidad	Descripción
16	1	Controlador óptico de prevención de sobrellenado con puntos múltiples en camión, (alimentación de operación 115VCA). Marca Scully Signal Company, modelo ST-35-115-ELK con kit de conexiones Sculcon modelo SC-6W, enchufe azul, cable de la bobina azul, 9.14 mts. (30ft).
17	1	Bomba de muestreo con volumen de muestreo ajustable entre 0.25 a 7.5 cc, conexión de tubería 2" – 150 ANSI RF, internos de acero inoxidable 316/316L y MOAP de 275 PSIG @ -20 A 100° F. Marca Welker, modelo SS09-MED-PMF.
18	1	Unidad Hidráulica Eléctrica, depósito de 5 galones, válvula solenoide de alto flujo con 4 puertos, conexiones de 1/4" FNPT y alimentación eléctrica 24 VCD, Motor a prueba de explosión, (110/220V/1ph) Clase 1 División 1, interruptor de encendido y apagado a prueba de explosión, con tapa para lluvia.
19	1	Sonda Manual de Muestreo – Válvula de Bola Apollo, 1/4" NPT, modelo 73A-101-01A / BV, 1/4" NPT, A105 CS.
20	2	Cilindro Muestra de Presión Constante, marca Welker, modelo CP2-1000GMAP, Volumen 1000 cc al 100%, acero inoxidable 316/316L, mezclador tipo gravedad con indicador de volumen magnético visual, válvulas de producto y precarga 1/4" con cuerpos de conexión rápida y tambores. DOT de acuerdo a DOT-SP 7657, MAOP 1800 PSIG @ -20 A 120° F.
21	1	Cilindro de Nitrógeno 110 pies cúbicos con válvula y conexión turbing de 1/4".
22	1	Mezclador estático. Marca Komax 3" ANSI 150, acero al carbón LDP con tres elementos de acción de mezclado.
23	1	Programador sencillo de flujo, marca toptech, modelo multiloop II SMP: (3) Puertos Seriales(1) Cable RS485 4-, (1) selector RS RS232/485 con 4-Cables, (1) selector completo de funciones RS232/485 con 2- Cables (1) 10/100Mb ethernet.
24	1	Radio inalámbrico industrial completo marca N-tron 702-W de acuerdo a IEEE 802.11a,b,g,n, (1) puerto 10/100 Base TX RJ-45, (3) Antenas para operación MIMO 3x3, (4) Definible por el usuario, LED's para la visualización de la calidad de la señal, Radio Habilitado, Enlace/Actividad y fuerza LED's, Estación interina, Dispositivo alimentado 802.3af PoE, entorno extendido, especificación, Temperatura de Operación -40°C a 80°C, detección automática 10/100 Base TX, Duplex y MDIX, carcasa resistente en ambiente ferroviario, Entradas de alimentación redundantes (10-49 VCD), Gestión del navegador Web, inalámbrico cumpliendo los panfletos: IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n borrador.
25	1	Impresora de carga electro-mecánica marca Smith Meter®, una impresora de boletos que registrara o imprimirá desde cero y impresiones informativas recibidas desde un dispositivo transmisor de pulsaciones.

		está diseñado específicamente para ser utilizado en la mayoría de los ambientes industriales y químicos peligrosos. La impresora Smith Mater está diseñada para operar en instalaciones que requieren un boleto impreso localmente de cada transacción.
26	1	Caja con bisagras marca Killark modelo KILEXB16248N34, montado en bandera, botón de arranque, botón de paro, (3) luces piloto, botón de reinicio, respiradero y drenaje, contactor con O/L 25 hp, transformador 1KVA, bloque de distribución de energía, suministro de energía 24VCD, bloques de terminales y accesorios
27	12	Válvula de bola de 1" de diámetro NPT., Marca Apollo Modelo 76A-105-01A
28	1	Amstrong AV-11
29	1	Acoplador de ruptura de seguridad 3" con manguera de entrega de 3" y 25ft de longitud, 150psi, marca Liquid drybreak serie API 800 común acoplador Drybreak API y tapón climático API 4.
30	2	Camlock 3" ANSI 150 flanged male quick-connect fittings, dust caps and locking device.
31	2	Camlock 2" ANSI 150 flanged male quick-connect fittings, dust caps and locking device.
32	3	luminarias incandescentes a prueba de explosión sellado de fábrica, Serie EVI, 100w-500w, soporte de montaje base media modelo EVJ4301
33	1	Caja de conexiones NEMA 4X – Digital/Análoga
34	1	Caja de conexiones NEMA 4X – CA Potencia
35	1	Pórtico transbasador doble tipo trineo marca Hemco, acero galvanizado resistente 1", rejillas de barra dentadas antideslizante, escalera OSHA, 4 ruedas con seguro para trabarlo en el lugar, jaula de corrido, la base de ser de 7 ft 9" ancho y 15 ft 9" largo.
36	1	Válvula de relevo térmica 1/2" x 1/2" NPT., Marca Swagelok modelo SS-R4M8F8-C

LISTA DE MATERIALES		
No.	Cantidad	Descripción
37	1	Manifold integral, marca Rosemount 1/2" NPT, modelo 0305RC32B11B4 con tapón de purga 1/2"
38		
39	2	Válvula de bola de 2" 150#, Marca KF, modelo E3758129G614.manual.
40	1	Acoplador de ruptura de seguridad 4" con manguera de entrega de 4" y 25ft de longitud, 150psi, marca Liquid drybreak serie API 800 común acoplador Drybreak API y tapón climático API 4.
41	1	Válvula de retención tipo columpio de 4" 150#, Marca DSI, modelo 137XU, bridas RF.
42	1	Válvula de bola de 4" ANSI 150, Marca KF, modelo E3762129G614, montada en muñón, bridas RF, puerto reducido, operación manual.
	1	Carrete de Tubería MK-01
	1	Carrete de Tubería MK-02
	1	Carrete de Tubería MK-03
	1	Carrete de Tubería MK-04
	1	Carrete de Tubería MK-05
	1	Carrete de Tubería MK-06
	1	Carrete de Tubería MK-07
	1	Carrete de Tubería MK-08
	1	Carrete de Tubería MK-09
	1	Carrete de Tubería MK-10
	1	Carrete de Tubería MK-11
	1	Carrete de Tubería MK-12
	1	Carrete de Tubería MK-13
	1	Carrete de Tubería MK-14
	1	Carrete de Tubería MK-15
	1	Carrete de Tubería MK-16
	1	SKID Estructura DWG.25223001
	1	Localización de Soportes de Tubería DWG.25223002
	1	Detalles de Soportes de Tubería DWG.25223003

V.6. Condiciones de operación.

V.6.1 Balance de Materia.

Dadas las condiciones de operación descritas anteriormente podemos afirmar que el sistema en mención, es un sistema cerrado por lo que el balance de materia permanece constante, dado que no deben existir fugas en el mismo,

Si a esto sumamos que existe un control de fugas, podemos tener certeza de que el sistema sea cerrado y no existirán pérdidas por fugas, entonces las únicas pérdidas que pudieran existirán serán por la emisión de vapores que pueda generarse en los tanques de almacenamiento, pero al estos estar completamente cerrados y contar con tecnología para evitar la salida de dichos vapores todo se mantiene en un sistema cerrado existente en los tanques de almacenamiento.

V.6.2. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

En lo referente al almacenamiento de los hidrocarburos, los cuatro tanques se encontrarán a presión atmosférica y a temperatura ambiente.

V.6.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

Las sustancias que se manejarán dentro de la terminal serán:

- Gasolina Magna
- Gasolina Premium
- Diésel

Las cuales se encuentran en estado líquido y las operaciones dentro del proceso se llevarán a cabo a temperatura ambiente.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

VI.1. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos.

Como una primera etapa del análisis y evaluación de riesgos del presente proyecto, se han revisado diversas fuentes para determinar antecedentes de accidentes e incidentes en instalaciones similares.

La investigación se enfocó a determinar accidentes causados en el almacenamiento de combustibles. De dicha investigación se pudo constar que no se tienen registros o notas periodistas que indiquen accidentes mayores en la descarga de carros tanque o almacenamiento de combustibles, lo cual indica que estas actividades se llevan con un alto grado de seguridad,

Los accidentes con mayor representación, en términos de almacenamiento de combustibles, se presentan a continuación:

Accidente de Buncefield, Reino Unido, 2005¹

El sábado 10 de diciembre de 2005, sobre las 18:50 horas comenzó el llenado del tanque 912 de la HOSL, con gasolina sin plomo. El tanque, que tenía una capacidad de 6 millones de litros, estaba dotado de un sistema automático de medida del nivel del depósito. A las 03:05 horas del sábado 11 de diciembre, el display asociado al sistema de control del nivel dejó de registrar la medida de nivel del tanque, aunque éste continuó llenándose. Por tanto, las alarmas de alto nivel y muy alto nivel no se activaron puesto que la lectura de nivel siempre se encontraba en valores inferiores. El depósito también estaba dotado de un sistema independiente de control de alto nivel, cuya finalidad era parar el sistema de llenado automáticamente, cerrando las válvulas de entrada de producto y poniendo en marcha una alarma. Este sistema también falló y, por tanto, no se tuvo registro del nivel alcanzado en el depósito. Sobre las 5:37 horas el tanque se llenó por completo y el combustible comenzó a derramarse.

¹ Fuente: <https://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Buncefield.html>

El circuito cerrado de televisión de la terminal mostró que, al poco tiempo de comenzar el derrame de combustible, una nube de vapor comenzó a ser visible en el cubeto en el que estaba situado el depósito.

Esta nube de vapor también fue vista por algunos de los camioneros que esperaban para llenar sus vehículos, así como por personal ajeno al establecimiento, alertando a los empleados de la instalación. La alarma de incendios se pulsó a las 6:01 horas, poniéndose en marcha la bomba de incendios. Casi inmediatamente, se produjo la explosión de la nube de vapor, cuya ignición se produjo, probablemente, por una chispa debida a la puesta en marcha de la bomba.

Cuando ocurrió la explosión, se calcula que del depósito se habían derramado aproximadamente unos 250.000 litros de combustible.

La devastación producida por la explosión fue enorme. Afortunadamente, no hubo pérdidas humanas, puesto que el accidente ocurrió en la madrugada del domingo y, al tratarse de una zona industrial, se encontraba relativamente tranquila en esos momentos. Aún así, unas 40 personas resultaron heridas. El fuego que se produjo tras la explosión afectó a unos 20 tanques ubicados en la zona y ardió durante varios días. El agua y las espumas utilizadas para apagar el fuego, junto con parte del combustible derramado, llegaron al subsuelo a través de desagües y pozos de drenaje, produciendo daños importantes al medioambiente de la zona.

Explosión e incendio en un tanque de almacenamiento en Gienpool, Oklahoma²

El 27 de abril de 2003, aproximadamente a las 20:55 un tanque de almacenamiento con capacidad de 80,000 barriles de gasolina perteneciente a la compañía Conoco Philips explotó y se incendió cuando estaba siendo llenado con diésel. El tanque 11 previamente había contenido gasolina, la

² Fuente: Pipeline accident report, National Transportation Safety Board NTSB/PAR-04-02, Washington, DC

cual había sido removida previamente al inicio de las operaciones del día en cuestión.

El tanque contenía aproximadamente 7, 600 barriles de diésel al momento de la explosión. Lo anterior dio como resultado que el incendio se extendiera durante 21 horas dañando adicionalmente dos tanques contiguos.

La National Transportation Safety Board, determinó que la ignición se debió a una descarga de electricidad estática provocada por una maniobra incorrecta en la operación de los tanques, aunando en que en ese instante existía una mezcla explosiva en el interior de este.

Un aspecto a notar en los casos mencionados es que normalmente la afectación, incluyendo daños a propiedades y a personas, ocurre dentro de los límites de las instalaciones, sin haber mayor afectación a la comunidad o entorno de la instalación.

Un punto importante, resultado de un análisis a los casos presentados, es que los factores que contribuyeron a la formación de los accidentes incluyen tanques con más de 15 años de servicio, sin la instrumentación o protecciones actualmente requeridos por las autoridades competentes.

VI.2. Identificación de riesgos.

Para la identificación de riesgos, objeto de estudio del presente, se utilizara el modelo de Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF), el cual es una técnica de identificación de problemas potenciales y sus posibles efectos en un sistema para priorizarlos y poder concretar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Los beneficios de implantación del AMEF en un sistema son:

- Identificación de fallas o defectos antes de que estos sucedan.
- Reduce los costos de operación.
- Incrementa la confiabilidad de los productos.

El tipo de AMEF que se aplicara es el de procesos, en el cual se revisarán los procesos relacionados con el gas natural, para encontrar posibles fuentes de error.

A continuación se presentan los pasos que se seguirán para realizar el AMEF en mención:

1. Identificación de los procesos, componentes y las funciones a analizar.
2. Identificación de los posibles modos de fallo.
3. Determinación del efecto del fallo.
4. Identificación de las causas del fallo.
5. Identificación de los controles actuales.
6. Determinación de la probabilidad de ocurrencia.
7. Determinación de la gravedad del fallo.
8. Determinación de la probabilidad de no detección.
9. Determinación del índice de Prioridad de Riesgo (IPR).

1. Identificación de los procesos, componentes y las funciones a analizar.

Los procesos a analizar en el presente estudio se darán a continuación:

Procesos	Componentes	Funciones
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque
	Auto tanque	Transportar el petrolífero
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas
Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través	

Procesos	Componentes	Funciones
		de los equipos

2. Identificación de los posibles modos de fallo.

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado
	Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Malas condiciones
			Mangueras reparadas
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Malas condiciones
			Mangueras reparadas
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada
			Malas condiciones
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada
			Malas condiciones
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada
Malas condiciones			
Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	
		Oxidadas	
		Golpeadas	
Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a	Malas condiciones	

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo
		través de los equipos	
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales	Falla en sistema de tierras
			Generación de chispa
			Falla en integridad del tanque
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado liquido	Mala integridad
			Mangueras reparadas
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad
			Mangueras reparadas
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada
			Malas condiciones
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada
			Malas condiciones
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada
			Malas condiciones
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas
Oxidadas			
Golpeadas			
Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	

3. Listar los efectos de cada potencial modo de falla.

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones	Accidente
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente	Fuga
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones	Fuga
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado	Chispa
	Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente	Fuga
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga
			Mangueras reparadas	Fuga
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga
			Mangueras reparadas	Fuga
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación
			Malas condiciones	Mala operación
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación
			Malas condiciones	Mala operación
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación
			Malas condiciones	Mala operación
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga
			Oxidadas	Corrosión
Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	
Descarga de	Tanques de	Almacenar los	Falla en sistema de	Chispa

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto
productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	almacenamiento	materiales	tierras	
			Falla en integridad del tanque	Chispa Fuga
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado liquido	Mala integridad	Fuga
			Mangueras reparadas	Fuga
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga
			Mangueras reparadas	Fuga
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación
			Malas condiciones	Mala operación
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación
			Malas condiciones	Mala operación
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación
			Malas condiciones	Mala operación
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga
			Oxidadas	Corrosión
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación

4. Identificación de las causas del fallo.

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones	Posible accidente	Falta de mantenimiento
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión
Falta de mantenimiento					
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones	Fuga	Falta de mantenimiento
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado	Chispa	Falta de revisión
					Falta de mantenimiento
	Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión
					Falta de mantenimiento
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado liquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión
					Falta de mantenimiento
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de supervisión
Falta de revisión					
Mangueras			Fuga	Falta de	

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	reparadas		supervisión
			Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión
			Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión
			Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión
			Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento
			Oxidadas	Corrosión	
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión
Falta de mantenimiento					
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales	Falla en sistema de tierras	Chispa	Falta de supervisión
					Falta de mantenimiento
			Falla en integridad del tanque	Chispa	Falta de supervisión
			Fuga		Falta de mantenimiento

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión Falta de mantenimiento
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de revisión
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión Falta de mantenimiento
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento
			Oxidadas	Corrosión	
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa
		materiales a través de los equipos			Falta de mantenimiento

5. Identificación de los controles actuales.

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones	Posible accidente	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado
						Revisiones oculares periódicas
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Cumplimiento de condiciones de seguridad para el transporte
					Falta de mantenimiento	
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado
						Inspecciones periódicas
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado	Chispa	Falta de revisión	Evaluación por equipo técnico certificado
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado
	Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Revisión físico mecánica
					Falta de mantenimiento	Mantenimiento preventivo programado

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente
					Falta de mantenimiento	
	Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión			
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente
					Falta de mantenimiento	
	Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión			
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
Tuberías	Flujo de los	Picadas	Fuga	Falta de	Programa de	

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales
		materiales a través de estas	Oxidadas	Corrosión	mantenimiento	mantenimiento calendarizado
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales	Falla en sistema de tierras	Chispa	Falta de supervisión	Evaluación por equipo técnico certificado
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado
			Falla en integridad del tanque	Chispa	Falta de supervisión	Cumplimiento de especificaciones por norma
				Fuga	Falta de mantenimiento	
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente
					Falta de mantenimiento	
	Mangueras reparadas			Fuga	Falta de revisión	
Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	
				Falta de mantenimiento		

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión	
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado
			Oxidadas	Corrosión		
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado

6. Determinación de la probabilidad de ocurrencia (P).

La probabilidad de ocurrencia es un valor entre 1 (mínima probabilidad) y 10 (máxima probabilidad) que indica la probabilidad de que el fallo ocurra. Si bien no existen unas reglas normalizadas para la valoración de la probabilidad de ocurrencia, en la tabla siguiente se indican los valores que servirán de referencia

Criterio	Probabilidad
Casi improbable	1-2
Baja probabilidad	3-4
Probable	5-6
Alta probabilidad	7-8
Casi con certeza	9-10

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones	Posible accidente	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	3
						Revisiones oculares periódicas	
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Cumplimiento de condiciones de seguridad para el transporte	3
					Falta de mantenimiento		
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	3
						Inspecciones periódicas	
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado	Chispa	Falta de revisión	Evaluación por equipo técnico certificado	2
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Revisión físico mecánica	3	
				Falta de mantenimiento	Mantenimiento preventivo programado		
Mangueras de carga	Transportar los materiales en	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado	4	

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P
		estado liquido			Falta de mantenimiento	periódicamente	
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión		4
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
				Mangueras reparadas	Fuga		Falta de mantenimiento
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión		Inspección ocular diaria
				Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
				Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
				Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	4
				Oxidadas			Corrosión

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales	Falla en sistema de tierras	Chispa	Falta de supervisión	Evaluación por equipo técnico certificado	2
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
			Falla en integridad del tanque	Chispa	Falta de supervisión	Cumplimiento de especificaciones por norma	2
				Fuga	Falta de mantenimiento		2
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
					Falta de mantenimiento		
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
					Falta de mantenimiento		
	Mangueras reparadas			Fuga	Falta de supervisión		4
Válvula de vapor	Permitir /	Válvulas	Mala	Falta de	Inspección	4	

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P
		bloquear el flujo	Bloqueada	operación	supervisión	ocular diaria	3
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	4
			Oxidadas	Corrosión			4
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	4
					Falta de mantenimiento		

7. Determinación de la gravedad del fallo (G).

La gravedad del fallo es un valor entre 1 y 10, que indica la influencia del fallo en la perturbación que el fallo pueda producir en el proceso productivo.

Los criterios que se incluyen en la tabla servirán de referencia en la valoración de la gravedad

Criterio	Índice
Muy leve	1-2
Leve	3-4
Gravedad moderado	5-6
Gravedad alta	7-8
Muy grave	9-10

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	G
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones	Posible accidente	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	5
						Revisiones oculares periódicas	
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Cumplimiento de condiciones de seguridad para el transporte	6
					Falta de mantenimiento		
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	4
						Inspecciones periódicas	
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado	Chispa	Falta de revisión	Evaluación por equipo técnico certificado	7
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
	Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Revisión físico mecánica	6
Falta de mantenimiento					Mantenimiento preventivo programado		
Mangueras de carga	Transportar los materiales en	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado	4	

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	G
		estado liquido			Falta de mantenimiento	periódicamente	3
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión		
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de mantenimiento		
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	4
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	4
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	4
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	5
			Oxidadas	Corrosión			4

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	G
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	5
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales	Falla en sistema de tierras	Chispa	Falta de supervisión	Evaluación por equipo técnico certificado	7
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
			Falla en integridad del tanque	Chispa	Falta de supervisión	Cumplimiento de especificaciones por norma	7
				Fuga	Falta de mantenimiento		6
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de revisión		3
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
					Falta de mantenimiento		3
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión		3
	Válvula de vapor	Permitir /	Válvulas	Mala	Falta de	Inspección	4

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	G
		bloquear el flujo	Bloqueada	operación	supervisión	ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	4
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	4
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	4
			Oxidadas	Corrosión			3
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	5
					Falta de mantenimiento		

8. Determinación de la probabilidad de no detección (D).

Indica la probabilidad de no detectar el fallo durante la fabricación. Al igual que en los casos anteriores toma valores comprendidos entre 1 y 10. La tabla siguiente muestra un criterio de clasificación de referencia en la valoración de la probabilidad de no detección:

Criterio	Probabilidad
Casi improbable de que los controles no detecten el fallo	1-2
Baja probabilidad de no detección	3-4
Probabilidad media.	5-6
Alta probabilidad de no detección	7-8
Alta probabilidad de no detectar el fallo	9-10

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	D
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones	Posible accidente	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	3
						Revisiones oculares periódicas	
	Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Cumplimiento de condiciones de seguridad para el transporte	3
					Falta de mantenimiento		
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	3
						Inspecciones periódicas	
	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado	Chispa	Falta de revisión	Evaluación por equipo técnico certificado	7
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
	Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Revisión físico mecánica	3
Falta de mantenimiento					Mantenimiento preventivo programado		
Mangueras de carga	Transportar los materiales en	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado	4	

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	D
		estado liquido			Falta de mantenimiento	periódicamente	
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión		4
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
				Mangueras reparadas	Fuga		Falta de mantenimiento
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión		Inspección ocular diaria
				Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	3
				Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	3
				Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	6
				Oxidadas			Corrosión

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	D
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	3
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales	Falla en sistema de tierras	Chispa	Falta de supervisión	Evaluación por equipo técnico certificado	7
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	
			Falla en integridad del tanque	Chispa	Falta de supervisión	Cumplimiento de especificaciones por norma	7
				Fuga	Falta de mantenimiento		7
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de revisión		4
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4
					Falta de mantenimiento		4
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión		4
	Válvula de vapor	Permitir /	Válvulas	Mala	Falta de	Inspección	3

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	D
		bloquear el flujo	Bloqueada	operación	supervisión	ocular diaria	3
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	3
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	3
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	6
			Oxidadas	Corrosión			6
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	3
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	

9. Determinación del índice de Prioridad de Riesgo (IPR).

$$\text{IPR} = (P) (G) (D)$$

Donde:

P= probabilidad de ocurrencia

G= gravedad del fallo

D= probabilidad de no detección.

El IPR permite evaluar los diferentes niveles de riesgo y ordenarlos según sus prioridades. Estas prioridades determinan sobre qué modos de fallo es necesario tomar acciones correctoras, con objeto de reducir el correspondiente IPR.

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P	G	D	PGD
Recepción de productos en tren unitario	Vías de tren, dentro de las instalaciones	Recepción de carros tanque a Interpuerto	Vías en malas condiciones	Posible accidente	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	3	5	3	45
						Revisiones oculares periódicas				
Carro tanque	Transporta el material de su lugar origen al destino (TCM)	Integridad del carro tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Falta de mantenimiento	Cumplimiento de condiciones de seguridad para el transporte	3	6	3	54
Transvasadoras móviles	Descargar el petrolífero	Malas condiciones	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	3	4	3	36	
					Inspecciones periódicas					
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Unidad de aterrizado	Aterrizar a tierra tanto el carro tanque como el auto tanque	Falla en el sistema de aterrizado	Chispa	Falta de revisión	Evaluación por equipo técnico certificado	2	7	7	98
					Falta de mantenimiento					
Auto tanque	Transportar el petrolífero	Integridad del auto tanque deficiente	Fuga	Falta de revisión	Falta de mantenimiento	Revisión físico mecánica	3	6	3	54
						Mantenimiento preventivo programado				
Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado liquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Falta de	Cambio programado periódicamente	4	4	4	64
				Falta de						

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P	G	D	PGD
					mantenimiento					
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión		4	3	4	48
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4	4	4	64
					Falta de mantenimiento					
			Mangueras reparadas	Fuga	Falta de supervisión		4	3	4	48
	Válvula de vapor	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4	4	3	48
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3	4	3	36
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4	4	3	48
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3	4	3	36
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4	4	3	48
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3	4	3	36
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	4	4	6	96
			Oxidadas	Corrosión			4	4	4	64

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P	G	D	PGD
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4	5	3	60
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado				
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Tanques de almacenamiento	Almacenar los materiales	Falla en sistema de tierras	Chispa	Falta de supervisión	Evaluación por equipo técnico certificado	2	7	7	98
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado				
			Falla en integridad del tanque	Chispa	Falta de supervisión	Cumplimiento de especificaciones por norma	2	7	7	98
				Fuga	Falta de mantenimiento		2	6	7	84
	Mangueras de carga	Transportar los materiales en estado líquido	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4	4	4	64
			Mangueras reparadas		Falta de mantenimiento					
	Mangueras de vapor	Transportar los vapores	Mala integridad	Fuga	Falta de revisión	Cambio programado periódicamente	4	4	4	64
			Mangueras reparadas		Falta de mantenimiento					
	Válvula de	Permitir /	Válvulas	Mala	Falta de supervisión	Inspección	4	4	3	48
					Falta de					

Procesos	Componentes	Funciones	Modos de Fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	P	G	D	PGD
	vapor	bloquear el flujo	Bloqueada	operación	supervisión	ocular diaria				
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3	4	3	36
	Válvula inferior del carro tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4	4	3	48
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3	4	3	36
	Válvula inferior del auto tanque	Permitir / bloquear el flujo	Válvulas Bloqueada	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4	4	3	48
			Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Programa de mantenimiento calendarizado	3	4	3	36
	Tuberías	Flujo de los materiales a través de estas	Picadas	Fuga	Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado	4	4	6	96
			Oxidadas	Corrosión			4	3	6	72
	Sistemas de bombeo	Permitir la circulación de los materiales a través de los equipos	Malas condiciones	Mala operación	Falta de supervisión	Inspección ocular diaria	4	5	3	60
					Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento calendarizado				

Del análisis anterior se puede observar que los efectos derivados de los modos de fallo con mayor impacto negativo son los siguientes:

Proceso	Modo de Fallo	Efecto	PGD
Descarga de productos de carros tanque a tanques de almacenamiento	Falla en el sistema de aterrizado	chispa	98
	Tuberías picadas	Fuga	96
Descarga de productos de tanques de almacenamiento a auto tanques	Falla en sistema de tierras	Chispa	98
	Falla en integridad del tanque	Chispa	98
		Fuga	84
	Tuberías picadas	Fuga	96

Las fugas/ derrames y generación de chispa suelen ser el origen de los accidentes, dando lugar a incendios y explosiones que a su vez pueden der origen de otras fugas incrementándose así la cadena accidental. Pueden tener lugar en tuberías de distribución, bombas o tanques de combustibles y se puede deber a rotura de dichos dispositivos por impacto, sobrepresión o deterioro de los materiales por el uso o las condiciones ambientales.

Las posibilidades de evolución de las fugas dependerán de las condiciones del líquido fugado y las condiciones del entorno hacia el que se produzca la fuga.

INCENDIO, se caracterizan principalmente por los daños que produce el calor generado en la reacción de combustión. Un incendio que tiene lugar por un derrame de líquido puede calentar tuberías u otros tanques cercanos provocando explosiones y nuevas fugas.

Las **EXPLOSIONES** tienen lugar por el desarrollo de una presión en sistemas cerrados o una onda de sobrepresión en sistemas abiertos. Pueden estar en el inicio de una fuga o deberse a la evolución de una combustión auto acelerada hacia la detonación. La onda explosiva puede deformar y hasta destruir equipos

contiguos a su paso, como tanques y tuberías. Por otro lado los proyectiles procedentes de una explosión pueden causar efectos similares, además estos pueden arrastrar consigo porciones de líquido que originen nuevos incendios lejos del origen.

Se puede decir que las explosiones e incendios son los eventos accidentales más dañinos, sobre todo por la posibilidad de propagación en cadena, mientras que la fuga se sitúa como la casusa más común de inicio de los accidentes. Un factor intermedio que es fundamental entre el origen y consecución de accidentes graves es la fuente de ignición de derrames o mezclas explosivas.

Las fuentes de ignición más comunes son:

CHISPA (ORIGINADA POR)	SOBRECALENTAMIENTO (ORIGINADO POR)
<ul style="list-style-type: none"> • Cortocircuitos • Apertura y cierre de contactos • Descargas de electricidad estática generadas por fricciones • Rayos atmosféricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga eléctrica de conductores y maquinas • Rozamientos

A continuación se muestra la relación entre los distintos eventos que pueden ser considerados como leves, pero pueden alcanzar dimensiones catastróficas por la consecución de otros eventos del denominado efecto dominó:

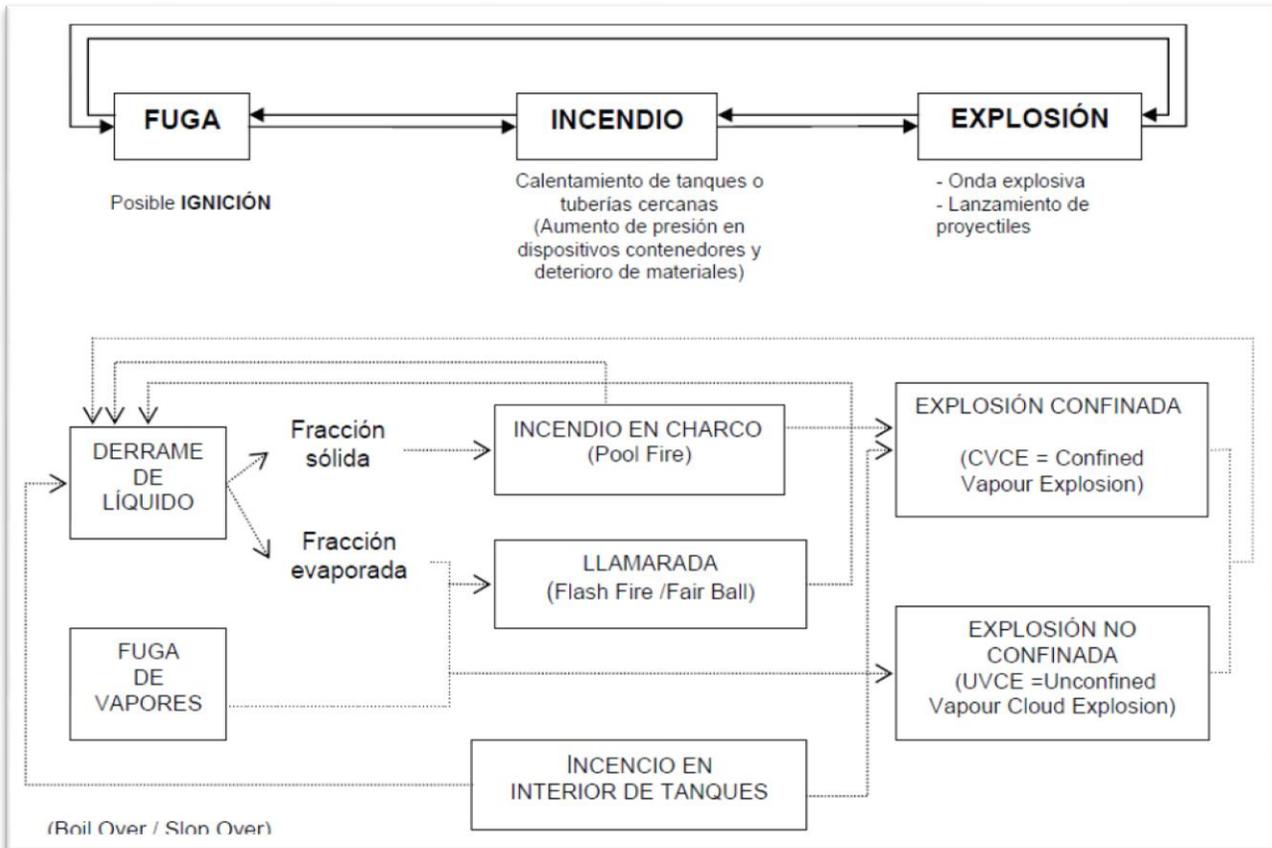


Fig.VI.2.A. Efecto dominó sobre eventos accidentales.

Los fenómenos “**Boil Over**” y “**Slop Over**” tienen lugar en caso de incendio en un tanque de combustible. El calor generado por la combustión en la capa superficial (en contacto con el aire) se transmite por convección hacia el fondo del tanque donde puede haber agua del propio almacenamiento o de los medios de extinción por espuma y agua. El calor provoca la formación de grandes burbujas de vapor que ascenderán a través del líquido provocando el rebose y la proyección de líquido por los alrededores. Cuando el agua proviene del almacenamiento recibe el nombre de Boil Over mientras que si deriva de los medios de extinción se denomina Slop Over.

El **Incendio en charco (Pool Fire)** se produce en una condición abierta, como es el caso de derrames de líquidos combustibles o incendio en tanques sin techo o a presión atmosférica. Se caracteriza por la emisión de calor radiante y humo.

El **Incendio de gases en Nube abierta (Fire Ball y Flash Fire)** es la inflamación inmediata de una nube de gases o vapores que se ha situado rápidamente en un espacio abierto por una fuga (Flash Fire). Como consecuencia se produce una llama voluminosa que evoluciona hacia la forma de hongo (Fire Ball) por la ascensión de gases calientes más ligeros que el aire.

La llamarada provoca una radiación muy intensa de corta duración mientras que la onda de sobrepresión no es significativa.

La **Ignición diferida de gases no confinados (UVCE)** a diferencia del fenómeno anterior la ignición se produce un tiempo después de la fuga. Una parte de la energía de combustión se manifiesta como energía mecánica provocando una onda de sobrepresión. La sobrepresión máxima alcanzada es del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Las **explosiones en sistemas cerrados (CVE)** son provocadas al superarse la presión máxima correspondiente a la resistencia mecánica de los materiales de los que están compuestos los sistemas contenedores (como tuberías o tanques de almacenamiento). Esto puede deberse a un sobrecalentamiento de dichos recipientes o a reacciones indebidas como combustiones explosivas en su interior.

VI.3 Radios potenciales de afectación.

Para la simulación de los eventos y poder determinar los radios de afectación de manera adecuada, se utilizó el software ALOHA y CAMEO.

Para poder determinar el radio de afectación en los software antes mencionados, será necesario identificar el peor escenario posible, el peor escenario posible lo define la EPA como la mayor liberación de una sustancia regulada, que resulta en una máxima distancia de concentración al exterior (se considera que la liberación de dicha sustancia puede ocasionarse por fallas catastróficas).

De acuerdo a la evaluación de riesgos elaborada en el apartado VI.2 se tiene como peor escenario posible, resultado de la descarga / almacenamiento de combustibles, el de una fuga que encuentra una fuente ignición. Dando pie a un desencadenamiento de accidentes en cadena, pudiendo provocar alguno, o una combinación de los siguientes:

- Incendio de Charco (“Pool Fire”): Cuando un líquido inflamable es descargado de un tanque de almacenamiento o una tubería, se forma una alberca o charco. Al estar formándose el charco, parte del líquido se comienza a evaporar; si los vapores se encuentran sobre su límite inferior de inflamabilidad y con una fuente de ignición mientras se encuentran los vapores, se forma un incendio del charco o “Pool Fire”.
- Fuego instantáneo (“Flash Fire”): Cuando un material volátil e inflamable es descargado a la atmósfera, se forma una nube de vapor y se dispersa. Si el vapor resultante se encuentra con una fuente de ignición antes de que la dilución de la nube sea menor al límite inferior de inflamabilidad, ocurre el fuego instantáneo ó “Flash Fire”. Las consecuencias primarias de un fuego instantáneo son las radiaciones térmicas generadas durante el proceso de combustión y el contacto directo de la flama. Este proceso de combustión tiene una corta duración y los daños son de baja intensidad.
- Dardo de fuego: Si un gas licuado o comprimido es descargado de un tanque de almacenamiento o una tubería, el material descargado a través

de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro “Gas Jet”, que entra y se mezcla con el aire ambiente. Si el material entrara en contacto con una fuente de ignición, entonces ocurre un fuego de chorro ó “Jet Fire”.

- Bola de fuego (“Fire Ball”): El evento de bola de fuego ó “Fireball” resulta de la ignición de una mezcla líquido/vapor flamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición ó “BLEVE”.
- Explosión: Una explosión es una descarga de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire alrededor del punto de descarga de energía.
- BLEVE: Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición ó “BLEVE”, ocurre cuando en forma repentina se pierde el confinamiento de un recipiente que contiene un líquido sobrecalentado o un gas licuado a presión. La causa inicial de una BLEVE es usualmente un fuego externo impactando sobre las paredes del recipiente sobre el nivel del líquido, esto hace fallar el material y permite la repentina ruptura de las paredes del tanque. Una BLEVE puede ocurrir como resultado de cualquier mecanismo que cause la falla repentina de un recipiente y permita que el líquido sobrecalentado se vaporice incrementando su volumen 200 veces. Esto es suficiente para generar ondas de sobrepresión y fragmentos, y si el material líquido/vapor descargado es inflamable, la ignición de la mezcla puede resultar en una bola de fuego ó “fireball”.
- VCE: Explosión por una Nube de Vapor ó “VCE”, puede definirse simplemente como una explosión que ocurre en el aire y causa daños de sobrepresión. Comienza con una descarga de material volátil inflamable de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera, de toda la masa que se dispersa, sólo una parte de esta, se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad, y esa masa es la que después de encontrar una

fuentes de ignición genera sobrepresiones por la explosión. Este evento se puede generar tanto en lugares confinados como en no confinados.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación se utilizaron los siguientes criterios, tal y como se indica en la guía de elaboración del estudio de riesgo

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACION TERMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESION)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

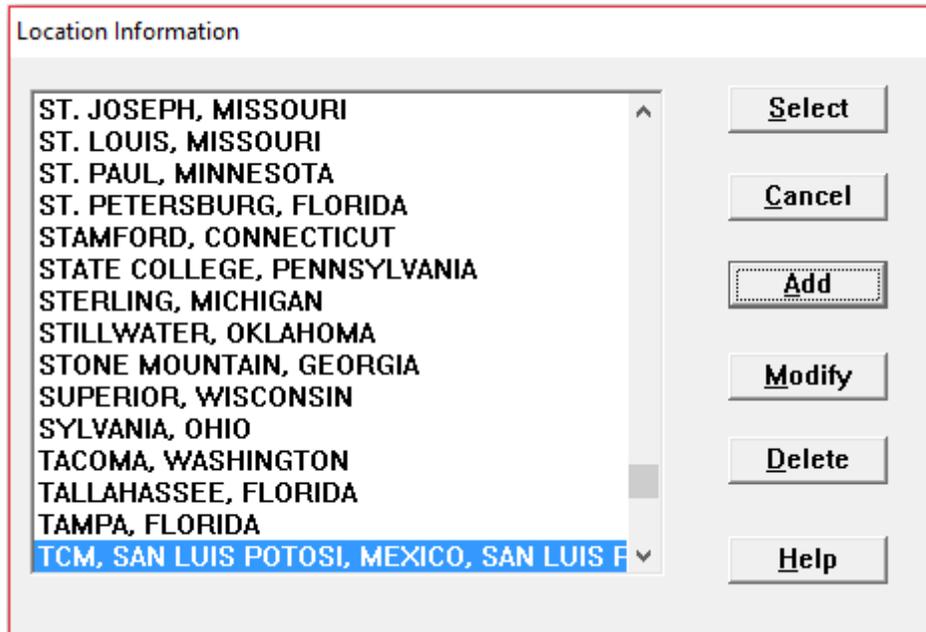
IDLH: Siglas de para definir la concentración máxima a la cual existe Peligro Inmediato a la Vida y la Salud (Immediately Dangerous to Life and Health) en un tiempo de exposición de 30 minutos, sin desarrollar síntomas que disminuyan la capacidad de realizar una evacuación sin sufrir daños irreversibles.

Para realizar las simulaciones en el software ALOHA se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

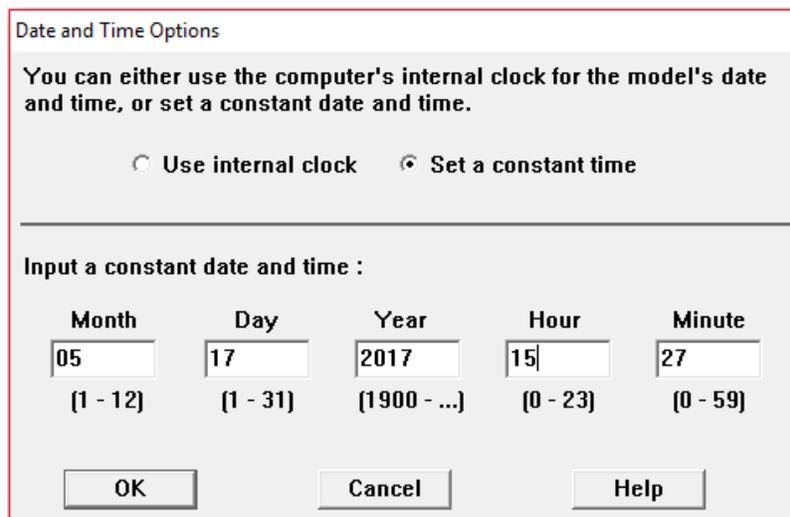
- I. El tamaño del orificio de la fuga se considerará de 6 mm (de acuerdo a las recomendaciones de peores escenarios posibles del banco mundial 1985)
- II. Las condiciones de temperatura y presión serán a 28 °C y presión atmosférica, correspondientemente.
- III. Velocidad del viento de 2 m/s (Similar a la que se presenta en el área de estudio).
- IV. Volumen del tanque al momento del accidente es al 60% de capacidad.
- V. Se considerará una chispa como fuente de ignición.

En las siguientes imágenes de pantalla del software ALOHA se puede observar cómo fueron introduciéndose los datos, para poder obtener la modelación.

Localización.



Se seleccionó que el evento ocurrirá por la tarde(en horario de operación de la planta) en uno de los meses mes calientes (de acuerdo a la información proporcionada en capítulos anteriores).



Selección del químico.

Chemical Information

View: Pure Chemicals
 Solutions

GERMANE
GLUTARALDEHYDE
GLYCEROL ALPHA-MONOCHLOROHYDRIN
GLYCIDALDEHYDE
GLYCIDOL
GLYOXAL
HALOTHANE
N-HEPTALDEHYDE
N-HEPTANE
1-HEPTANETHIOL
2-HEPTANOL
N-HEPTENE
HEPTYL ACETATE

Select

Cancel

Add

Modify

Delete

Help

Condiciones atmosféricas.

Atmospheric Options

Wind Speed is : knots mph meters/sec

Wind is from : Enter degrees true or text (e.g. ESE)

Measurement Height above ground is:

  OR enter value : feet meters

Ground Roughness is :

Open Country Urban or Forest OR Input Roughness [Z₀] :

Open Water

Select Cloud Cover :

complete cover partly cloudy clear

OR enter value : (0 - 10)

Atmospheric Options 2

Air Temperature is : Degrees F C

Stability Class is : A B C D E F

Inversion Height Options are :

No Inversion Inversion Present Height is : feet meters

Select Humidity :

wet medium dry

OR enter value : % (0 - 100)

Dimensiones del tanque de almacenamiento.

Tank Size and Orientation

Select tank type and orientation:

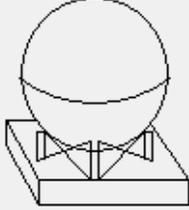
Horizontal cylinder



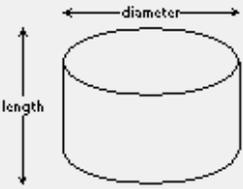
Vertical cylinder



Sphere



Enter two of three values:



diameter

length

volume

feet **meters**

liters cu meters

OK

Cancel

Help

Volumen del tanque.

Liquid Mass or Volume

Enter the mass in the tank OR volume of the liquid

The mass in the tank is: pounds
 tons(2,000 lbs)
 kilograms

OR

Enter liquid level OR volume

gallons
 cubic feet
 liters
 cubic meters

The liquid volume is:

% full by volume

Tipo de falla en el tanque (Pool Fire)

Type of Tank Failure

Scenario:
Tank containing an unpressurized flammable liquid.

Type of Tank Failure:

Leaking tank, chemical is not burning and forms an evaporating puddle
 Leaking tank, chemical is burning and forms a pool fire
 BLEVE, tank explodes and chemical burns in a fireball

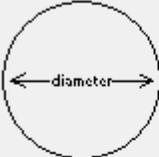
Potential hazards from chemical which is burning as it leaks from tank:

- Thermal radiation from pool fire
- BLEVE
(if heat raises the internal tank temperature and causes the tank to fail)
- Downwind toxic effects of fire byproducts
(cannot be modeled by ALOHA)

Diámetro del orificio en el tanque

Area and Type of Leak

Select the shape that best represents the shape of the opening through which the pollutant is exiting



Circular opening



Rectangular opening

Opening diameter: inches
 feet
 centimeters
 meters

Is leak through a hole or short pipe/valve?

Hole **Short pipe/valve**

OK
Cancel
Help

En base a la información asignada, los resultados obtenidos en la simulación son los siguientes:

```

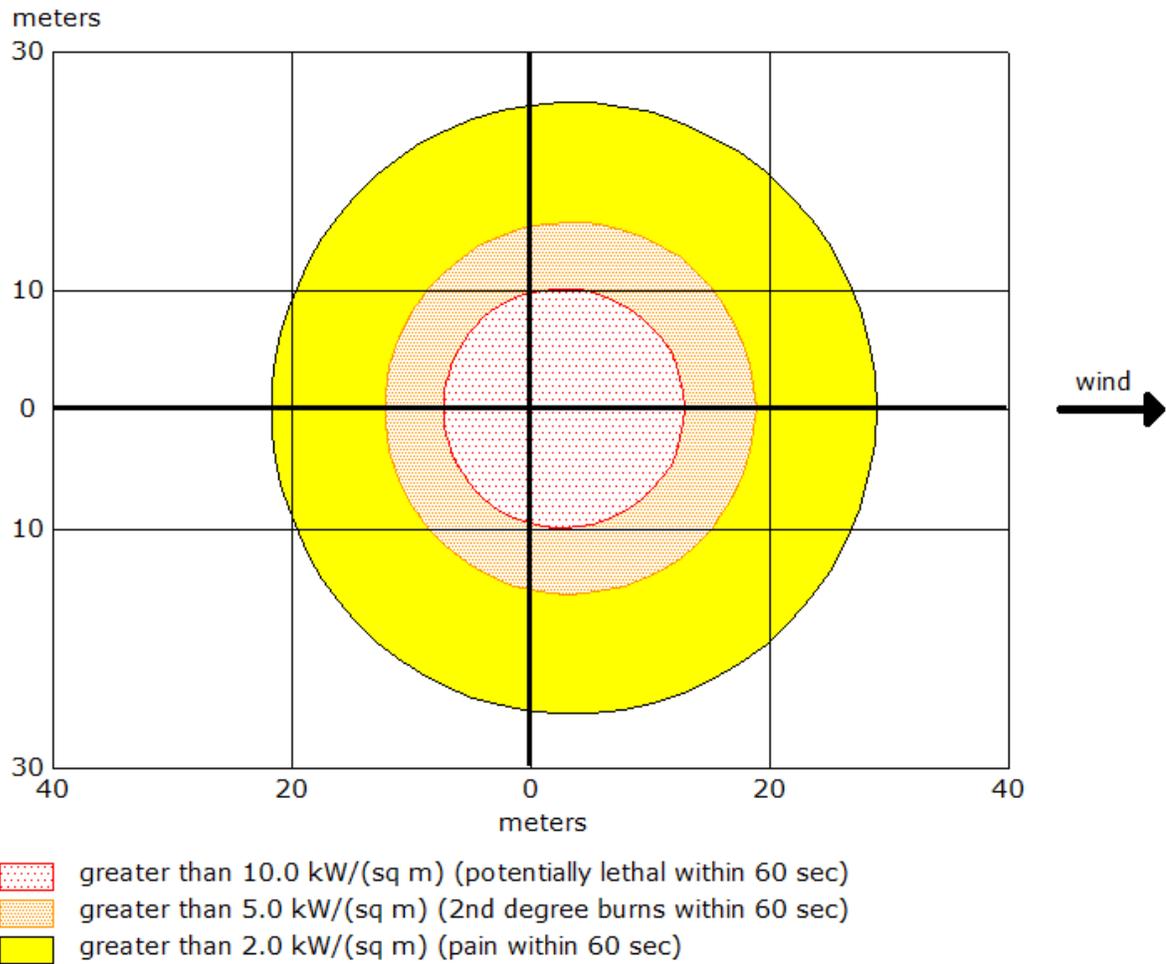
Text Summary
-----
ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 2 meters/second from 15° true at 3 meters
Ground Roughness: open country           Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 28° C                   Stability Class: B
No Inversion Height                      Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in vertical cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 44 meters                 Tank Length: 10.00 meters
Tank Volume: 15,205,308 liters
Tank contains liquid                    Internal Temperature: 28° C
Chemical Mass in Tank: 6,830 tons        Tank is 60% full
Circular Opening Diameter: 2 inches
Opening is 0.30 meters from tank bottom
Max Flame Length: 13 meters
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Burn Rate: 87 kilograms/min
Total Amount Burned: 5,183 kilograms
Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
The puddle spread to a diameter of 4.4 meters.

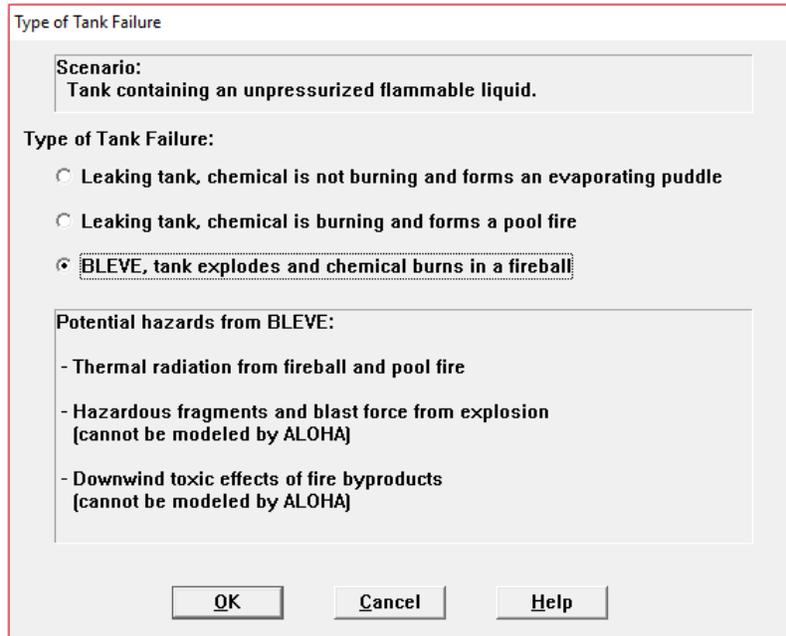
THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
Red   : 13 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 19 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 29 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

```

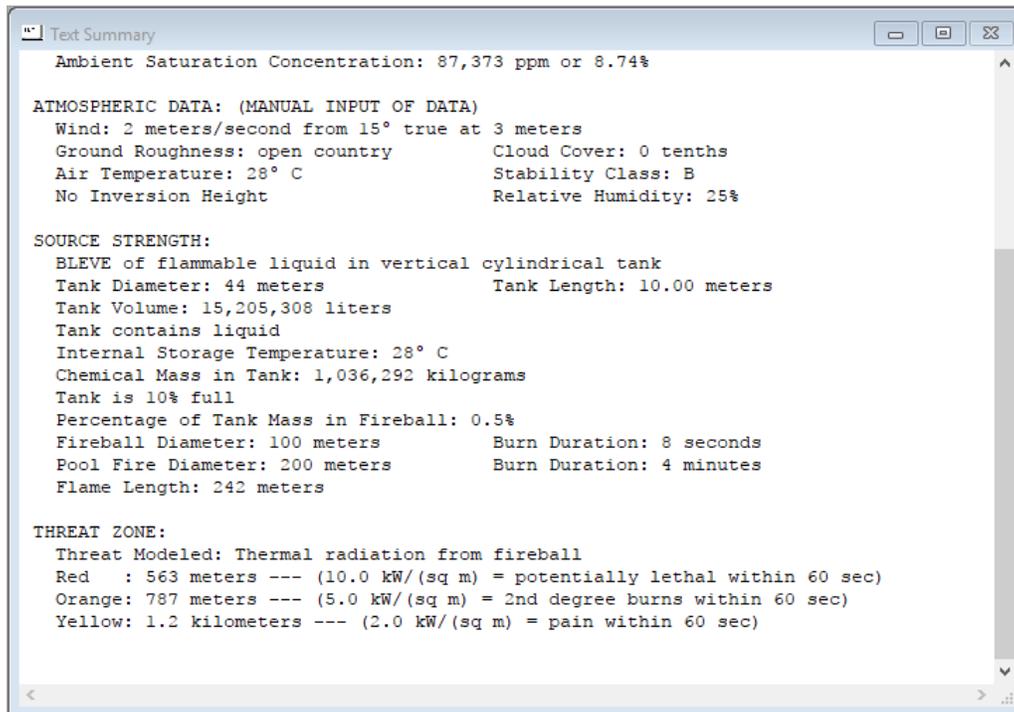
- Zona de mayor riesgo → 13 metros
- Zona de Amortiguamiento → 19 metros.
- Zona más segura → 29 metros

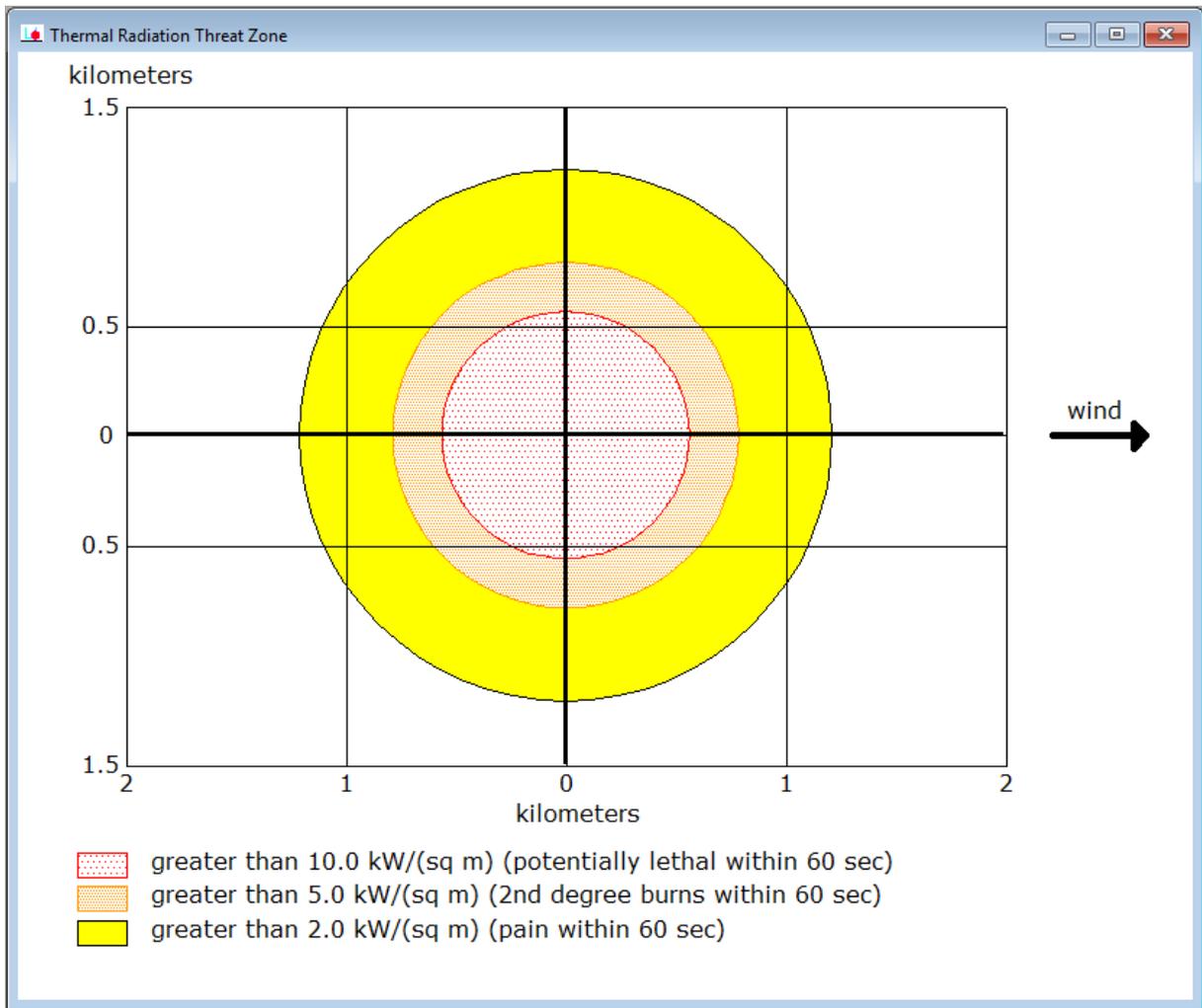


A continuación, se hace una simulación en la que se crea un evento catastrófico, en la cual el peor escenario es que el tanque explota y el químico se quema en bola de fuego (BLEVE)



Dando los siguientes resultados en la simulación:





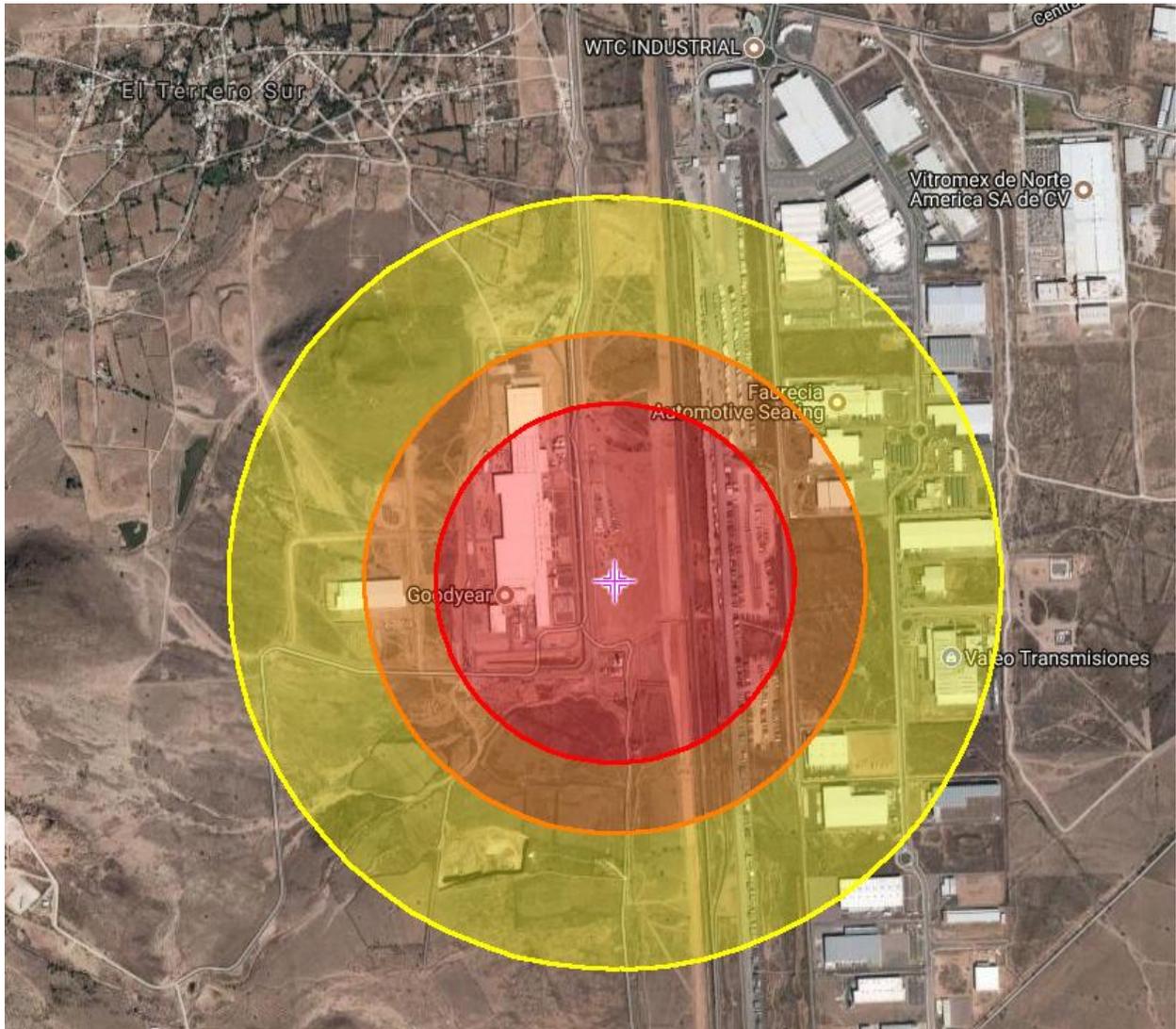
VI.4. Zonas de alto riesgo y amortiguamiento.

Con ayuda del Software Marplot en su versión 5.0.1, el cual ha sido diseñado por CAMEO para planificar la respuesta a emergencias químicas, se ha asociado la zona de mayor riesgo y la zona de amortiguamiento, obtenidas en la simulación anterior, en el sitio donde se ubica el Proyecto

Evento máximo probable: primer escenario (fuga del combustible provocando Pool Fire):



Evento catastrófico: segundo escenario (el tanque explota y el químico se quema en bola de fuego, BLEVE)



VI.5. Análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación.

A continuación, se indica el entorno que abarca las áreas de riesgo y amortiguamiento de los escenarios resultantes de la simulación realizada en el capítulo anterior.

1. Para el caso de la primera simulación (Evento máximo probable):

Debido a los radios de afectación que fueron determinados, todas las áreas que pudieran ser sometidas a una situación de riesgo por el proyecto se considera que estarán dentro del área que lo conforma,

2. Para el caso de la segunda simulación (Evento catastrófico):

Los radios de afectación que fueron determinados, considera daño a terceros conforme a lo siguiente:

- a) Otros establecimientos con actividades altamente riesgosas

Dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento determinadas en el análisis se encuentra parte del Parque Industrial WTC, así como diversas empresas que se localizan cercanas al área del proyecto.

- b) Zonas habitacionales

No existen zonas habitacionales en la cercanía de las instalaciones debido a se encuentra dentro de una superficie amplia y de uso de suelo industrial, sin embargo, no se prevé afectación alguna población aledaña en caso de un accidente mayor.

- c) Hospitales, escuelas

No existen hospitales y escuelas en las áreas de alto riesgo y amortiguamiento.

- d) Centros comerciales

No existen zonas habitacionales en la cercanía de las instalaciones debido a que se encuentra dentro de una superficie amplia y de uso de suelo industrial.

e) Otros centros de concentración masiva de personas

Dentro de las áreas de alto riesgo y amortiguamiento no se encuentran centros de concentración masiva.

Consideraciones especiales para el peor escenario posible.

Con respecto al peor escenario posible, que se ha expuesto con anterioridad, y si se considera que las protecciones contempladas en el diseño se encontrarán funcionando, el evento simulado no tendría posibilidad de ocurrencia en el futuro. De igual modo, se descartan interacciones de riesgo ya que las instalaciones están localizadas lejos de áreas habitadas que pudieran provocar afectaciones a las mismas, en caso de un incidente mayor.

Consideraciones especiales para el evento catastrófico

El evento considerado como catastrófico, si bien es cierto, podría colocar en una posición vulnerable la correcta operación de las instalaciones, resulta poco probable o nula la ocurrencia, sino más bien por los dispositivos de seguridad que dichos tanques poseerán y por la distancia de seguridad considerada para el espaciamiento entre cada uno de los tanques de almacenamiento, descartándose por tal motivo interacciones de riesgo con otros componentes de la Terminal.

VI.6. Recomendaciones técnico operativas.

Las recomendaciones, resultado del análisis de riesgo, son las siguientes:

- En relación al proceso de descarga de los materiales, se recomienda verificar que se cuente con sistemas automáticos de paro de emergencia para las bombas de descarga del mismo activados en las siguientes condiciones:
 - a) Caída abrupta de presión en la descarga de la bomba (indicativo de una probable desconexión o fuga mayor).
 - b) Sobrepresión en la descarga de la bomba (indicativo probable de una válvula bloqueada en algún punto entre la descarga del carro tanque y el tanque del almacenamiento).

- Para derrames menores de materiales, que serán captado mediante la barrera utilizada con este fin, durante las operaciones de descarga, se recomienda contar con material absorbente adecuado para la recuperación del combustible derramado y contar con medios adecuados para la disposición final de dichos residuos.

- En relación al proceso de almacenamiento de combustibles, con el fin de prevenir el sobrellenado de algún tanque, con la posibilidad de daños y derrames subsecuentes, se recomienda verificar que el diseño contemple la habilitación de una función instrumentada de seguridad que cierre las válvulas automáticas ubicadas en el registro de conexión (las cuales deben cerrar lentamente para evitar golpes de ariete) ante la señal de nivel alto en alguno de los tanques de almacenamiento.

- Verificar que se incluyan, como actividad crítica para la prevención de fugas, en el programa de mantenimiento, la revisión y mantenimiento

periódicos de los empaques y sellos de bridas, válvulas, bombas y juntas móviles de los brazos de carga tanto de las llenaderas de auto-tanques como de las mangueras de descarga de productos a utilizarse en el Interpuerto.

- En relación al proceso de llenado de auto-tanques, se recomienda incluir sistemas automáticos permisivos que impidan el flujo de combustible hacia los auto-tanques si no se tienen las condiciones adecuadas para el mismo (por ejemplo, aterrizamiento, desconexión del sistema eléctrico, activación de frenos y apertura del sistema de venteo del autotanque).

VI.7. Medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad

La empresa promovente del proyecto se encuentra comprometida a proporcionar un ambiente de trabajo seguro para el personal clientes, contratistas y medio ambiente. Lográndolo a través de la implementación de los siguientes Principios de Seguridad:

- Proporcionar a todos los miembros del equipo la capacitación y el equipo / recursos necesarios para asegurar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos.
- Cada miembro del equipo tiene el derecho y la responsabilidad de trabajar con seguridad para prevenir incidentes y lesiones a sí mismos ya otros y para evitar causar daños a la propiedad.
- Realizar un trabajo con seguridad es siempre más importante que el trabajo en sí.
- Los miembros del equipo compartirán la responsabilidad de reportar todos los comportamientos peligrosos observados, condiciones inseguras y posibles exposiciones peligrosas a su supervisor inmediato.

Los sistemas de seguridad propuestos para el proyecto incluyen:

- Sistemas contraincendios diseñados de acuerdo a normas internacionales vigentes aplicables.
- Sistemas de monitoreo y control (incluyendo alarmas) con un adecuado nivel de redundancia.
- Planes de respuesta a emergencias de acuerdo con los sistemas de administración de la seguridad, salud y protección ambiental.
- El adecuado espaciamiento entre tanques.
- Sistemas de contención, incluyendo diques en los tanques.
- Sistemas de puesta a tierra.
- Check List de procesos de verificación a equipo.
- Cámaras de Circuito Cerrado, con monitoreo las 24 hrs
- Radio frecuencia dentro de las instalaciones

VI.8. Medidas preventivas que se aplicarán durante la operación normal de la instalación.

Es importante agregar que la integridad de cada capa de protección depende de que se encuentren funcionando una serie de políticas, procedimientos y programas técnico administrativos interrelacionados, es decir un sistema de gestión, que asegure finalmente que cada una de las barreras que evitan incidentes mayores esté en su lugar, se encuentre operativa y sea efectiva.

Es por tal motivo que se deberá establecer y dar seguimiento a un sistema de gestión de seguridad, salud y protección ambiental.

Dentro del Sistema de administración de la Seguridad, Salud y Protección Ambiental, se tienen contempladas las actividades enlistadas a continuación, con la finalidad de prevenir incidentes.

- Calibración preventiva de equipos
- Revisión y calibración de nipleras
- Calibración de válvulas de alivio
- Revisión de válvulas de venteo y arrestadores de flama
- Prueba de hermeticidad en válvulas check
- Revisión de tornillería
- Inspección de dispositivos de seguridad
- Revisión de tuberías
- Inspección preventiva a subestaciones y registros electrónicos
- Simulacros operacionales
- Actividades de seguridad industrial
- Revisión y mantenimiento de equipos contra incendio
- Auditorias
- Revisión y mantenimiento de tanques de almacenamiento
- Revisión y mantenimiento de planta tratadora

De igual forma, durante la operación de la Terminal, se recomienda:

- Realizar evaluación de desempeño en la aplicación de procedimientos de operación en el área de llegada de productos.
- Supervisar el cumplimiento, en tiempo y forma, de la aplicación del programa de mantenimiento y revisión a mangueras.
- Cumplir con los programas de mantenimiento a los sistemas de seguridad.
- Supervisar el cumplimiento, en tiempo y forma, de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo.
- Realizar evaluación de desempeño en la aplicación de procedimientos de operación para el área de tanques.

- Verificar la aplicación, en tiempo y forma, del mantenimiento de las válvulas de alivio y seguridad.
- Verificar la aplicación en tiempo y forma del programa de revisión de las membranas flotantes.
- Verificar la aplicación, en tiempo y forma, del mantenimiento de arrestadores de flama y la válvula presión vacío.
- Verificar la correcta aplicación del procedimiento para el retiro de candado de las
- válvulas.
- Dar seguimiento al programa de revisión y mantenimiento preventivo a bombas y motores.
- Llevar un control de inspección y verificación de la operación y funcionamiento de las bombas.
- Verificar que los sistemas de tierras de cada motor se encuentren funcionando.
- Verificar el cumplimiento, en tiempo y forma, de la aplicación del programa de medición de espesores en tuberías y conexiones.
- Verificar el cumplimiento, en tiempo y forma, de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a empaques, válvulas, filtros y bridas.
- Revisión anual del funcionamiento adecuado de los sistemas de tierra.
- Contar con equipo de absorción y recuperación de derrames.
- Verificar el cumplimiento, en tiempo y forma, de la aplicación del programa de medición de espesores en autotanques.
- Capacitación a los operadores externos e internos en los procedimientos operativos y procedimientos de emergencia de la Terminal.
- Mantener la aplicación de los programas de capacitación al personal.
- Mantener los sistemas de supervisión en el cumplimiento de los procedimientos operativos en el área.
- Realizar evaluación de desempeño en la aplicación de procedimientos de operación en el área de carga.

- Verificar el cumplimiento, en tiempo y forma, de la aplicación del programa de medición de espesores en tuberías y conexiones.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.1. Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo.

El resumen ejecutivo del presente estudio de riesgo se presenta en los Anexos.

VII.2. Resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental.

El proyecto analizado en este Estudio de Riesgo Ambiental consiste en una Terminal de Petrolíferos y Petroquímicos, a ubicarse dentro del Parque Industrial World Trade Center (WTC), dentro de la Zona Industrial de San Luis Potosí, S.L.P.

El sitio donde se llevará a cabo el proyecto cuenta con un uso de suelo industrial (Industria Agrupada) y al ubicarse dentro del Municipio de San Luis Potosí se puede afirmar que cuenta con los recursos necesarios para desarrollarse de la mejor manera tanto económica como segura.

El proyecto incluye la recepción de carros tanque, la terminal de almacenamiento y reparto de materiales, con cuatro tanques de almacenamiento de acero al carbón, con techo flotante para disminuir la generación de vapores en su interior, con fondo tipo cónico, de 18 m de altura por un diámetro de 44 m, y con una capacidad nominal de 150,000 BBL cada uno en su primera etapa.

Debido a la localización del proyecto se cuenta con una adecuada infraestructura y equipos que coadyuvan a la seguridad en los procesos, además de que se respetarán los parámetros de diseño y manuales de operación establecidos. Es por tal motivo que el proceso de recibo, almacenamiento y reparto de materiales, se considera un proceso seguro tanto para el personal como para las actividades que se realizan aledañas al predio del proyecto.

Los escenarios posibles, derivados del análisis de riesgos, realizado en el Capítulo VI del presente estudio, resultaron ser de consecuencias menores y controlables dentro de los límites perimetrales de la instalación.

En el caso del evento catastrófico presentado en mismo Capítulo arriba mencionado, cabe destacar que su probabilidad de ocurrencia es baja o nula, dado el elevado nivel de protecciones previstas en el diseño conceptual.

VII.2.1. Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado.

Derivado del análisis de riesgos efectuado, se emiten las siguientes recomendaciones generales, siendo estas no limitativas a aquellas que se decidan agregar y llevar a cabo.

- En caso de haber modificaciones al proyecto se recomienda actualizar el presente Estudio de riesgo Ambiental, con la finalidad de llevar a cabo un estudio que permita analizar de forma detallada cada una de las áreas involucradas en el proyecto.
- Se recomienda la realización de un estudio y análisis HAZOP al final de la construcción de la instalación y previo al inicio de operaciones, ya que este comprende una descripción detallada del proceso y un cuestionamiento sistemático de cada parte del proceso, mediante el uso de palabras guía aplicadas a los parámetros del proceso (por ejemplo: flujo, presión, temperatura, entre otras), con la finalidad de establecer cómo se pueden originar las desviaciones en la intención de diseño determinando las consecuencias potenciales que puedan tener efectos negativos sobre la seguridad o la operatividad del Interpuerto, así como las protecciones aplicables, efectuado las recomendaciones para la solución a situaciones adversas o poco seguras. En este análisis debe participar el personal que operará la instalación ya que este tipo de análisis es un excelente complemento a la capacitación de éstos.

- Se recomienda dar cabal cumplimiento a cada una de las normas nacionales e internacionales aplicables a el diseño, construcción y operación de la Terminal de Petrolíferos y Petroquímicos en San Luis Potosí, S.L.P., con el objeto de prevenir errores en cada una de las áreas antes mencionadas, con la finalidad de no comprometer la seguridad, la integridad y la operación de la Terminal, instalaciones aledañas y la calidad del entorno en cuestión

VII.3. Conclusiones del estudio.

Se realizó una revisión de incidentes y accidentes ocurridos en instalaciones similares (terminales de almacenamiento) y se encontró que han ocurrido varios incidentes a nivel mundial involucrando principalmente incendios en los tanques de combustible. Cabe señalar que estos incidentes se han debido a errores humanos en la operación, falta de sistemas de seguridad, diseños fuera de la normatividad vigente aplicable y al incumplimiento de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de seguridad, por lo cual se espera que con el apego a la normatividad vigente y la implementación de un sistema de gestión/administración de la seguridad la ocurrencia de este tipo de fallas se reducirán considerablemente, asegurando una operación confiable y segura durante toda la vida útil de la instalación.

La técnica para la evaluación de riesgos del presente estudio considero el modelo de Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF), el cual es una técnica de identificación de problemas potenciales y sus posibles efectos en un sistema para priorizarlos y poder concretar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

En los riesgos que se han estimado, algunos pueden tener una probabilidad más alta de existir, debido principalmente a que puede presentarse una mala operación por parte del personal operario, por lo que es necesario que existan y se realicen los programas de capacitación, entrenamiento y simulacros para el personal operativo. Igualmente se puede observar en el análisis de riesgos que hay riesgos que tienen muy poca probabilidad de ocurrencia, pero un alto grado de afectación, es por eso que es de vital importancia dar la misma prioridad a los pequeños accidentes / incidentes, como a los que puedan representar un riesgo mayor.

Los escenarios de riesgo identificados a través de dicha metodología de identificación de riesgos, incluye la posibilidad de:

- Derrames y fugas menores durante la descarga de materiales de carro tanques
- Derrame por desconexión de las mangueras marinas durante la descarga de combustibles
- Sobrellenado de los tanques de almacenamiento
- Fugas menores por válvulas y drenes
- Incendio en algún tanque de almacenamiento
- Fugas menores por corrosión en ductos
- Fugas y/o derrames menores durante el llenado de auto-tanques

De acuerdo a la información evaluada en el presente estudio, la correcta operación de la Terminal de Petrolíferos y Petroquímicos, no representa riesgos mayores, teniendo en cuenta que se contará con medidas de seguridad de punta en la instalación y en la operación a nivel interno, a la vez que estas medidas estarán basadas en el estricto cumplimiento de la legislación aplicable en la materia.

De acuerdo al análisis de riesgo aplicado, se determina que los eventos que pueden representar un riesgo, son aquellos relacionados a los errores del personal operativo, lo cual será prevenido mediante capacitación y supervisión constante.

En base a todo lo anteriormente expuesto, para el proyecto en cuestión, no se esperan accidentes o incidentes que pudieran afectar negativamente el entorno de la instalación, a la integridad de las personas y al medio ambiente que lo rodea. Por lo tanto, se concluye que, siguiendo todas las especificaciones técnicas de diseño y operacionales, el riesgo ambiental del proyecto es bajo y controlable, por lo que se recomienda ampliamente, dados los beneficios económicos y sociales derivados de la Terminal de Petrolíferos y Petroquímicos, a ubicarse dentro del Parque Industrial World Trade Center (WTC), dentro de la Zona Industrial de San Luis Potosí, S.L.P., la elaboración del proyecto.

ANEXOS

A.1. Documentación Legal.

A.2. Hojas de Datos de Seguridad.

A.3. Resumen Ejecutivo.

A.4. Programa General de Trabajo.

A.5. Planos.