

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

Terminal de Almacenamiento y Reparto de
Hidrocarburos de “El Rosal”

Estudio de Riesgo Modalidad
Análisis de Riesgo



Contenido

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
OBJETIVO.....	4
DEFINICIONES	5
1. DATOS DEL PROMOVENTE	10
1.1 Nombre o Razón Social.....	10
1.1.2 Registro Federal de Contribuyentes.....	10
1.1.3 Nombre del representante legal.....	10
1.1.4 Dirección del promovente o de su representante legal.....	10
1.1.5 Actividad productiva principal	10
1.1.6 Número de trabajadores equivalente	10
1.1.7 Inversión estimada en Moneda Nacional.	10
2. Responsable de la Elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.....	11
1.2.3 Nombre del responsable técnico del estudio	11
1.2.4 Dirección del responsable técnico del estudio	11
1.2.5 Correo electrónico	11
1.2.6 Dirección para oír y recibir notificaciones.....	11
I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	12
I.1 BASES DE DISEÑO	12
CARACTERÍSTICAS DEL SITIO.....	16
I.2 proyecto civil	29
I.3 proyecto Mecánico	29
I.4 proyecto sistema contra incendios	29
II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.....	33
II.2. Hojas de seguridad	55
II.3. almacenamiento	55
II.4. Equipos de proceso y auxiliares	65
II.5. Purebas de verificación	68
III. CONDICIONES DE OPERACIÓN.	70
III.1. Especificación del cuarto de control	71

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	72
III.2. Sistemas de aislamiento.....	73
IV.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.....	74
IV.2. Metodologías de identificación y jerarquización.	76
DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA WHAT-IF JERARQUIZADO.....	79
Descripción.....	79
Análisis.....	79
Desarrollo.....	80
Causa de falla o mecanismo de falla.....	80
JERARQUIZACIÓN DE EVENTOS.....	87
Desarrollo de la metodología	90
V. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	121
Selección de escenario para simulación.....	121
V.2.INTERACCIONES DE RIESGO	131
V.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.....	136
VI. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	142
VI.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD	144
Proyecto contra incendios.....	144
VI.3. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	150
VII. RESUMEN.....	154
VII.2 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	154

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como objetivo implementar la Terminal de Almacenamiento y Reparto de hidrocarburos de “El Rosal” que consiste en una planta industrial totalmente automatizada, diseñada para recibir y almacenar hidrocarburos, para posteriormente distribuirlos a la zona centro del país. En total se prevé una capacidad total de almacenamiento de 350,000 m³ distribuidos de la siguiente forma: 60% de Gasolina Magna, 30% Diesel (Gas Oil) y 10% Gasolina Premium.

La instalación tiene contemplado contar con las siguientes áreas: a) Área de almacenamiento: dieciocho tanques principales de almacenamiento de productos divididos en tres diques de retención, más dos tanques de almacenamiento temporal de interfaces con su dique independiente. b) Zona de bombas de trasiego de productos: bombas de trasiego de productos entre tanques, bombas de descarga, bombas de despacho de camiones y bombas reinyección de producto c) Estaciones de carga de camiones: compuesto por veinticinco bahías o islas de carga independientes en funcionamiento y control. Esta infraestructura permite el despacho de 50 camiones / hora.

El terreno sujeto al desarrollo del proyecto se ubica a unos 33 kilómetros al oeste de Tula de Allende y 17 kilómetros al noroeste de Jilotepec de Molina Enríquez, en el municipio de Jilotepec, al norte del Estado de México. El acceso al predio se realiza por la carretera México 57-D México-Querétaro y posteriormente por un camino asfaltado con dirección sur, el cual lleva a la localidad más cercana “El Majuay”. El terreno forma parte de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y la subprovincia Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo.

El predio del proyecto posee un área total de 708,495.688 m², esta superficie corresponde a un área de carga, un área de tanques de almacenamiento y el resto de la superficie corresponde a caminos, pequeñas áreas verdes y a los sistemas de mantenimiento de la planta (sistema de alerta contra incendios, sala de bombas, tanques de agua, sala eléctrica, etc.). La inversión estimada para la ingeniería y construcción de la terminal está considerada en 118.811.518,00 de euros.

OBJETIVO

“ROCKWELL DISEPROSA TAR CONTINENTAL, SOCIEDAD ANONIMA PROMOTORA DE INVERSION DE CAPITAL VARIABLE.” consciente de que la seguridad es parte vital de los valores y procedimientos para una buena operación, ha elaborado el presente Estudio de Riesgo, con la finalidad de describir la situación general que representará la Planta en materia de riesgo ambiental, además de señalar e identificar las posibles desviaciones encontradas y las áreas de afectación en el entorno, así mismo definir las recomendaciones para eliminar, corregir, reducir o mitigar los riesgos identificados que puedan desencadenar efectos indeseables cuyas consecuencias puedan alterar tanto la integridad de las instalaciones, así como las de su entorno.

DEFINICIONES

I. Amenaza: Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;

II. Análisis de Riesgo de Proceso (ARP): Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar metodológicamente los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún escenario de Riesgo identificado;

III. Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH): Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

IV. Análisis Preliminar de Peligros: Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

V. BLEVE: ("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición;

VI. Capa de Protección: Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación;

VII. Efecto Dominó: También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

VIII. Escenario de Riesgo: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;

IX. Exposición: Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo;

X. Función Instrumentada de Seguridad (FIS): Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma;

XI. IDLH (“Immediately Dangerous to Life or Health”, por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m³), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud;

XII. Nivel de Integridad de Seguridad (SIL, Safety Integrity Level, por sus siglas en inglés); Es el nivel discreto (uno de cuatro) para especificar los requisitos de integridad de las

funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad;

XIII. Riesgo Inherente: Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

XIV. Riesgo Residual: Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo inherente; el Riesgo residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

XV. Riesgo Tolerable: Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

XVI. Seguridad Funcional: parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras Capas de Protección;

XVII. Sistemas de Seguridad: Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

XVIII. Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS): Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control;

XIX. Simulación. Representación de un escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;

XX. Sustancia Explosiva: La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea;

XXI. Sustancia Inflamable: Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

XXII. Sustancia Peligrosa: Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

XXIII. Sustancia Tóxica: Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte;

XXIV. TLV (15 min, STEL): ("Thresold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

XXV. TLV (8 h. TWA): ("Thresold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

XXVI. Vulnerabilidad: Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;

XXVII. Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente, y

XXVIII. Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

1. DATOS DEL PROMOVENTE

1.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Rockwell Diseprosa TAR Continental, S.A.P.I. de C.V.

1.1.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

RDT1604121Y3.

1.1.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL

Jorge Enrique Vázquez Navarro.

1.1.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL

[REDACTED]. DOMICILIO DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA, ART. 116 PRIMER
PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

1.1.5 ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL

Rockwell Diseprosa TAR Continental, S.A.P.I. de C.V. tiene como propósito fundamental el almacenamiento, transportación y reparto de productos petrolíferos.

1.1.6 NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE

La operación de las instalaciones requerirá 76 personas, entre obreros y oficinistas de un solo turno de 8 horas, laborando los 365 días del año. Esto equivale a 110.96 trabajadores equivalentes.

1.1.7 INVERSIÓN ESTIMADA EN MONEDA NACIONAL.

La inversión aproximada requerida para instalar este proyecto será de \$2,624,983,160.50 (dos mil seiscientos veinticuatro millones novecientos ochenta y tres mil pesos 50/100 M.N.)

2. Responsable de la Elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental

I.2.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Lic. Sergio Eduardo Herrera Torres.

I.2.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL
RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE
LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.2.5 CORREO ELECTRÓNICO

[REDACTED]

I.2.6 DIRECCIÓN PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES

Boulevard Adolfo Ruíz Cortines 4302, Torre 02, Oficina 209, Colonia Jardines del
Pedregal, 04500, Delegación Coyoacán.

Tel. +52 (55) 87189232/33

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

I.1 BASES DE DISEÑO

El terreno sujeto al desarrollo del proyecto se ubica en el extremo noroeste del municipio de Jilotepec justo en la colindancia con el municipio de Aculco, en el Estado de México. Colinda al norte con la carretera México 57D, que comunica al Estado de México con la ciudad Querétaro. El acceso al terreno es por un camino asfaltado de dos carriles (Figura 1).

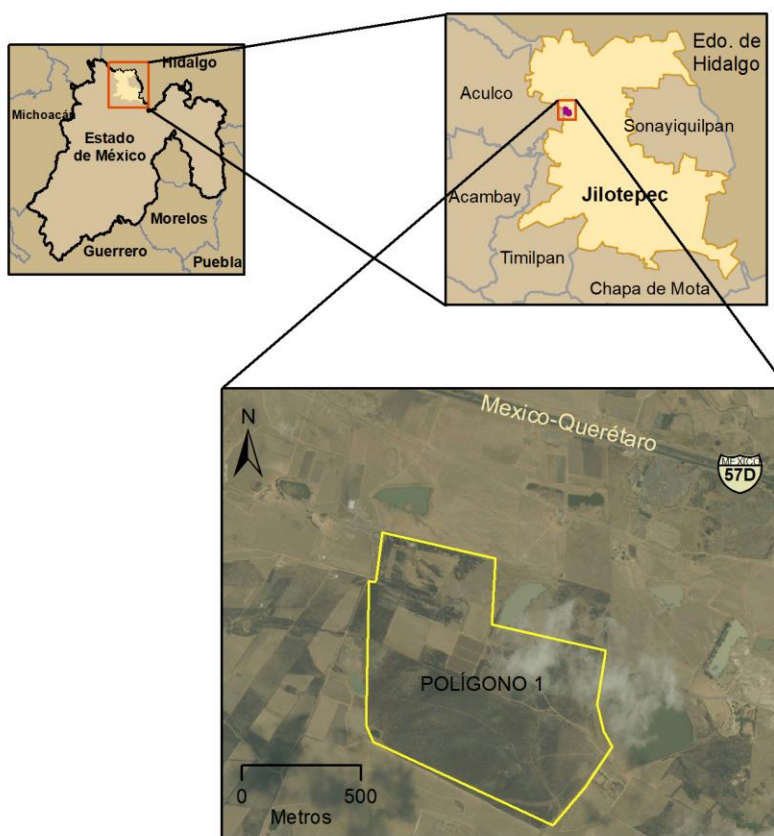


Figura 1. Localización del área de desarrollo del proyecto

El terreno forma parte de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y la subprovincia Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo. Se ubica en una zona dominada principalmente por relieve volcánico, alrededor se observan varias elevaciones

correspondientes a estructuras volcánicas monogenéticas fácilmente distinguibles por las características típicas de este tipo de volcanes.

Debido a la litología y las altas precipitaciones que recibe la zona presenta una gran cantidad de escurrimientos y cuerpos de agua. Aproximadamente a 3.5 kilómetros de distancia de los terrenos se encuentra el lago Laguna Huapango utilizada como Presa, la cual es alimentada por varios escurrimientos intermitentes, entre ellos el arroyo Zarco, con dirección NNO el cual también alimenta al lago San Antonio, a unos 5 kilómetros del área del proyecto. De las elevaciones que se encuentran al norte del terreno nacen otros escurrimientos intermitentes que se unen y alimentan el lago El Molino ubicado a unos 7 kilómetros en dirección NO. Alrededor del predio se localizan otros cuerpos de agua intermitentes y perennes de menores dimensiones.

La comunidad más cercana es “El Majuay”, localizada a unos 700 metros del predio en dirección SE, aproximadamente a 3.5 kilómetros al noreste se encuentra la localidad “Dedeni Dolores” y a unos 6 kilómetros al noroeste la comunidad “Arroyo Zarco”.

El presente proyecto se clasifica como Terminal de Almacenamiento y Reparto de Hidrocarburos principalmente gasolina manga, gasolina premium y diésel.

El diseño se apega a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del artículo 27 de la constitución en el ramo de Petróleo y del Reglamento de las actividades a que se refiere el título Tercero de la Ley de Hidrocarburos de fecha de 31 de octubre de 2014, así como en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-ASEA-2017 “Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, prearranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos, excepto para gas licuado de petróleo.”

Superficie del terreno. - El terreno que ocupará la planta tiene una superficie de 708,495.688 m²

Ubicación. - El área en donde se ubica el predio que se dispondrá para la construcción de la Terminal, se ubica a unos 33 kilómetros al oeste de Tula de Allende y 17 kilómetros

al noroeste de Jilotepec de Molina Enríquez, en el municipio de Jilotepec, al norte del Estado de México. El acceso al predio se realiza por la carretera México 57-D México-Querétaro y posteriormente por un camino asfaltado con dirección sur, el cual lleva a la localidad "El Majuay, la comunidad más cercana, localizada a unos 700 metros del predio.

Descripción de las zonas vulnerables

Para realizar la descripción se consideró tomar un kilómetro de radio para determinar las zonas vulnerables como se puede apreciar en la siguiente imagen:



Zonas Vulnerables

Dentro del radio de 1 km se encuentra parte de la comunidad del Majuay que se marca de color verde, se encuentran ubicados asentamientos humanos, cabe mencionar que en esta localidad de El Majuay está situado en el Municipio de Jilotepec (en el Estado de México). Hay 136 habitantes y se encuentra a 2637 metros de altitud.

En la localidad hay 69 hombres y 67 mujeres. La relación mujeres/hombres es de 0,971, y el índice de fecundidad es de 2,67 hijos por mujer. Del total de la población, el 11,03% proviene de fuera del Estado de México. El 6,62% de la población es analfabeta (el 4,35%

de los hombres y el 8,96% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 7.16 (7.60 en hombres y 6.73 en mujeres).

En El Majuay hay 78 viviendas. De ellas, el 87,5% cuentan con electricidad, el 82,5% tienen agua entubada, el 75% tiene excusado o sanitario, el 72,5% radio, el 92,5% televisión, el 75% refrigerador, el 32,50% lavadora, el 50% automóvil, el 7,5% una computadora personal, el 7,5% teléfono fijo, el 57,50% teléfono celular, y el 0% Internet. Dentro de la siguiente tabla se indica la cantidad

Viviendas	Tipo de Viviendas	Niveles Promedio	Unidad habitacional	Baldíos	Comercios	Población Fija	Población Flotante
32	Media	1	0	0	6	136	30

- Viviendas. - se contabilizará el total de casas habitación por manzana
 - Tipo vivienda. - se clasificará de acuerdo con el tipo de vivienda que predomine por manzana:
 - Interés Social
 - Media
 - Residencial
 - Niveles Promedio. - Es el número promedio de niveles que tiene las construcciones
 - Unidad Habitacional. - solo en caso de existir dentro de la manzana, una unidad habitacional se reportará el total de viviendas de esta.
 - Baldíos. - incluye lotes bardeados
 - Comercios. - se contabilizará el total de establecimientos comerciales por manzana (tortillerías, ferreterías, panaderías, talleres, etc.), sin considerar los sitios de concentración masiva
 - Población Fija. - Es la suma de todos los habitantes de las manzanas más el personal que atiende los diversos comercios
- Población Flotante. -Es la suma del promedio de personas que fluyen en los diversos comercios ubicados en la manzana.

Se Indican los servicios existentes:

- Agua potable
- Drenaje
- Alumbrado público

Algunas de las calles están pavimentadas y cuentan con banquetas, es una zona en vías de desarrollo urbano ya que no cuentan con un sistema de alcantarillado, la zona se encuentra en forma de pendiente por lo que en época de lluvias no se encontraran inundaciones, no cuenta con servicio de gas natural, en su mayoría de la población se opta por los tanques móviles de gas L.P. y tanques estacionarios, la zona cuenta con servicios de teléfono⁷⁷, esto como servicios de telecomunicaciones, hay alumbrado público en las calles para tener una mejor visibilidad durante la noche y cuenta con suministro de agua potable hacia la población.

Se cuantificó el total de elementos en un radio de 1000 metros de acuerdo con la siguiente tabla:

Radio	Postes de alumbrado	Postes de teléfono	Transformadores	Semáforos	Casetas Telefónicas	Alcantarillas	Anuncios espectaculares	Árboles
1000m	7	0	1	0	0	0	0	42

Dentro de un radio de un kilómetro no se encuentran sitios de concentración masiva como escuelas, hospitales, Instituciones bancarias, hoteles e industrias.

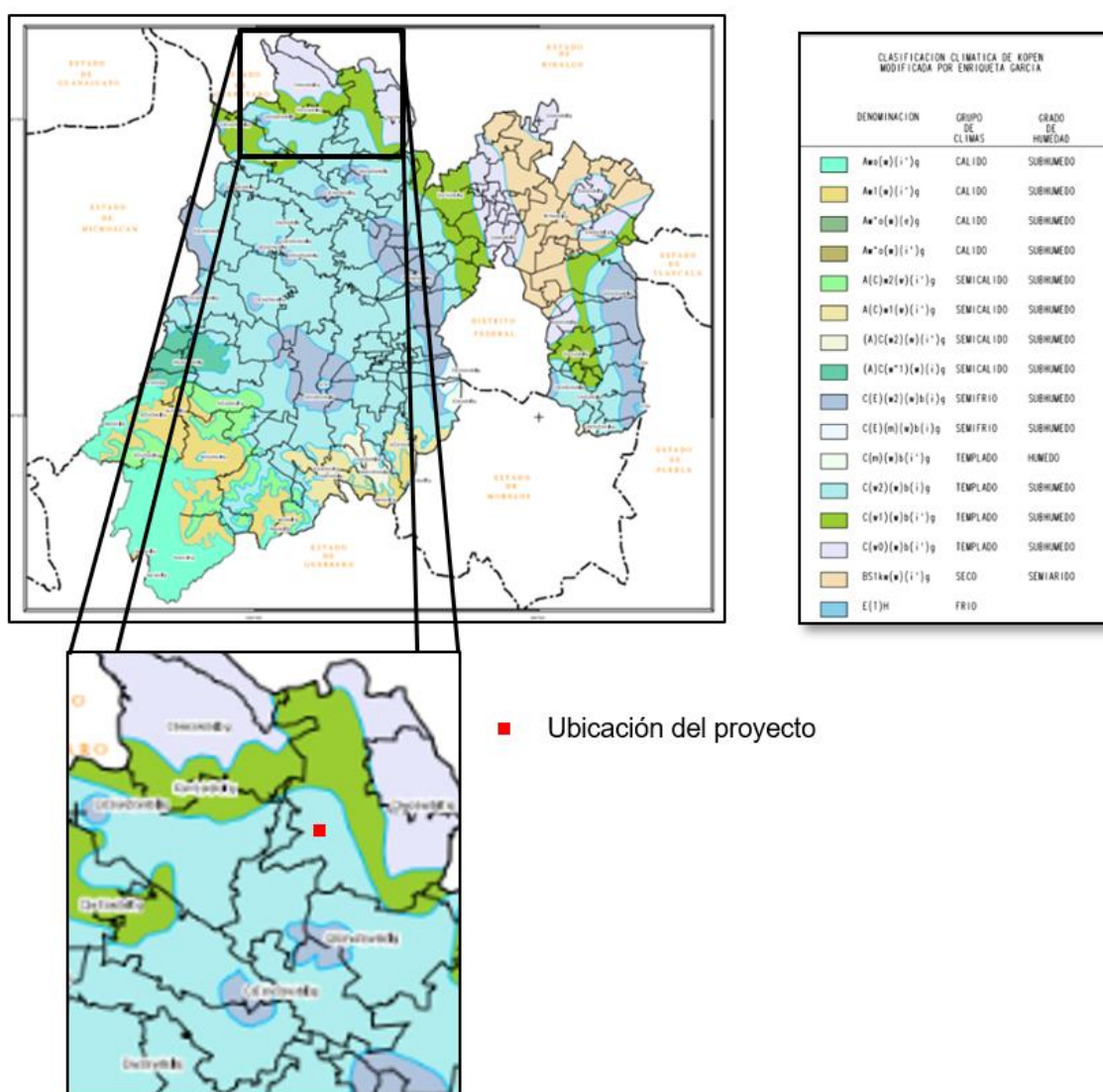
CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

Susceptibilidad a fenómenos naturales o meteorológicos

Clima

Predominan los climas templados subhúmedos, C, C (W1) y C (W2), con poca variación térmica; la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de verano y alcanza los 23 °C., no obstante en años recientes hemos resentido un incremento gradual de la temperatura, en los meses de junio julio y agosto, rondando los 30 °C. Al territorio municipal lo cruzan dos isotermas que delimitan zonas con temperaturas medias anuales

que oscilan entre los 14 y 16 °C, al norte y este, y entre 12 y 14 °C al oeste y sur. Otros períodos climáticos de relevancia son la sequía intraestival o canícula, que se presenta en el mes de agosto; así como las heladas después del equinoccio de otoño y cuyos efectos se resienten en la gran parte del Municipio, su frecuencia es mayor durante los meses de diciembre, enero y febrero; no obstante, al sur del territorio las heladas pueden presentarse desde principios de septiembre hasta marzo.

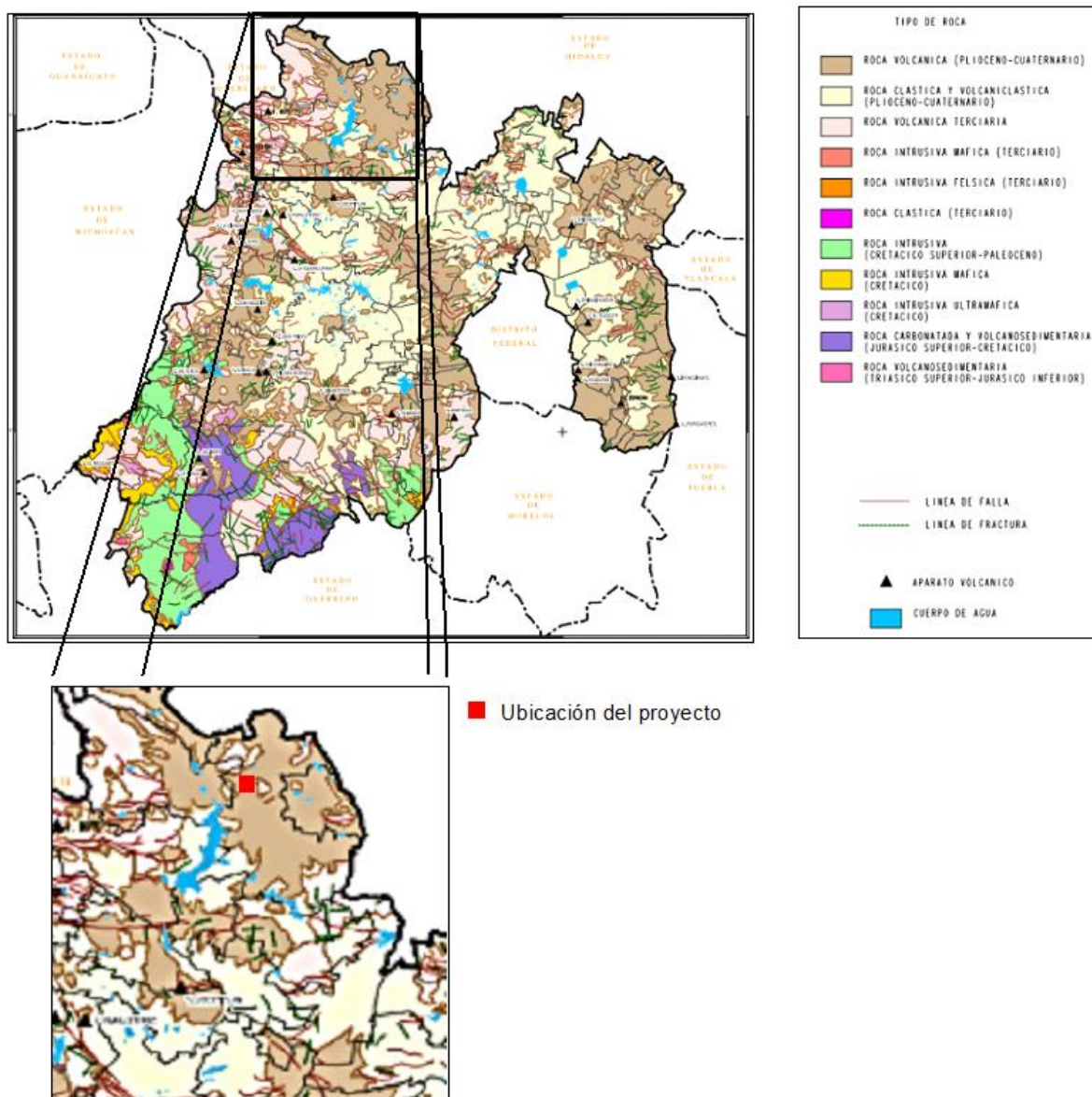


Precipitación:

La precipitación media anual en el área de estudio es de 600 mm a 800 mm y de 800 mm a 1000 mm en la parte este de la cuenca, en la zona de mayor elevación. De acuerdo al Atlas de Riesgos del Estado de México en el área de estudio se pueden esperar 40 mm de lluvia en una hora en un periodo de retorno de 10 años y hasta 20 mm en diez minutos en el mismo tiempo de retorno.

GEOLOGIA

El relieve del Municipio forma parte del sistema montañoso de la Sierra Nevada del Eje Volcánico y corresponde a la subprovincia fisiográfica de las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, con frecuente presencia de lomeríos, con colinas redondeadas en la mayor parte del territorio y una zona muy abrupta en la porción sur. Una pequeña porción al sur del Municipio pertenece a la subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac, con un sistema de sierra. El Municipio se caracteriza por el predominio de rocas volcánicas recientes (hasta de diez millones de años de antigüedad) que cubren 85% de la superficie, y terciarias (de más de veinte millones de años) en el 15% restante. Las formaciones recientes son calcialcalinas y las terciarias van de ácidas a intermedias; ambas presentan depósitos piroclásticos –fragmentos rocosos arrojados durante las erupciones volcánicas explosivas–, aunque las terciarias, además, cuentan con depósitos volcanoclásticos producidos por rocas volcánicas fragmentadas por intemperismo y erosión.



DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Dentro del municipio de Jilotepec se han registrado 3 movimientos de tierra principalmente estos ocurrieron en apocas de lluvias debido a que las zonas donde ocurrieron estos deslizamientos se convirtieron en zonas inestables y se deslizaron con respecto a una zona de mayor estabilidad. Principalmente las zonas afectadas fueron vías de comunicación como carreteras y caminos.

Cabe mencionar que los deslizamientos que se describirán a continuación tuvieron lugar el sureste del municipio de Jilotepec, en cuanto a distancia con respecto al proyecto se encuentran a una distancia aproximada de 13 km de distancia, el proyecto no tiene riesgo por corrimiento de tierra ya que se encuentra en una planicie con una pendiente no mayor a 4 m.

Municipio: <u>JILOTEPEC</u> <u>031</u> Clave Municipio	Número consecutivo (identificador en el plano) 01	<u>01</u> Plano / Cuadrante
1.- Datos Generales		2.- Datos específicos
Fecha del evento: TEMPORADA DE LLUVIAS	Causa: PRECIPITACION	
Localidad: SAN LORENZO OCTEYUCO <u>032</u> Clave Localidad	<u>Impacto</u>	
Sublocalidad: SAN LORENZO OCTEYUCO <u>000</u> Clave Sublocalidad	Viviendas Afectadas: 0 Muertos: 0 Heridos: 0 Desaparecidos: 0 No. damnificados: 0	
Categoría Administrativa: DELEGACION	<u>Infraestructura afectada:</u>	
	Carreteras: ☒	Red de drenaje: ☐
	Puentes: ☐	Red Telefónica: ☐
	Red agua potable: ☐	Red eléctrica: ☐

Municipio: <u>JILOTEPEC</u> <u>031</u> Clave Municipio	Número consecutivo (identificador en el plano) 02	<u>02</u> Plano / Cuadrante
1.- Datos Generales		2.- Datos específicos
Fecha del evento: TEMPORADA DE LLUVIAS	Causa: PRECIPITACION	
Localidad: CANALEJAS <u>006</u> Clave Localidad	<u>Impacto</u>	
Sublocalidad: CANALEJAS <u>000</u> Clave Sublocalidad	Viviendas Afectadas: 0 Muertos: 0 Heridos: 0 Desaparecidos: 0 No. damnificados: 0	
Categoría Administrativa: DELEGACION	<u>Infraestructura afectada:</u>	
	Carreteras: ☒	Red de drenaje: ☐
	Puentes: ☐	Red Telefónica: ☐
	Red agua potable: ☐	Red eléctrica: ☐

Municipio: <u>JILOTEPEC</u> <u>031</u> Clave Municipio	Número consecutivo (identificador en el plano) 03	<u>03</u> Plano / Cuadrante
1.- Datos Generales		2.- Datos específicos
Fecha del evento: TEMPORADA DE LLUVIAS	Causa: PRECIPITACION	
Localidad: COSCOMATE DEL PROGRESO <u>008</u> Clave Localidad	<u>Impacto</u>	
Sublocalidad: COSCOMATE <u>000</u> Clave Sublocalidad	Viviendas Afectadas: 50 Muertos: 0 Heridos: 0 Desaparecidos: 0 No. damnificados: 0	
Categoría Administrativa: DELEGACION	<u>Infraestructura afectada:</u>	
	Carreteras: ☒	Red de drenaje: ☒
	Puentes: ☐	Red Telefónica: ☐
	Red agua potable: ☐	Red eléctrica: ☐

SUSCEPTIBILIDAD DE INUNDACION

El en municipio de Jilotepec se han registrado dos inundaciones de gran importancia las cuales tuvieron lugar en las comunidades de Molina Enriques y El Xhitey las cuales provocaron daños considerables en vías de comunicación como carreteras, en la red de drenaje de la comunidad y en la red de agua potable. De acuerdo con el atlas de riesgo del municipio de Jilotepec y al del estado de México la zona en donde se ubicará el proyecto no es susceptible a inundaciones debido a que esta sobre una pendiente.

Municipio: JILOTEPEC	031 Clave Municipio	Número consecutivo (identificador en el plano) 01	01 Plano / Cuadrante
1.- Datos Generales		2.- Datos específicos	
Fecha del Evento: TEMPORADA DE LLUVIAS		Tipo de Inundación: FLUVIAL	
Localidad: MOLINA ENRIQUEZ		Nivel máximo (m): 1 MTS	
019 Clave Localidad			
Sublocalidad: COLONIA CENTRO			
001 Clave Sublocalidad			
Categoría Administrativa: DELEGACION		Impacto Viviendas afectadas: 70 Muertos: 0 Heridos: 0 Desaparecidos: 0 Damnificados: 0 Superficie Afectada 4 HECTAREAS Has.	
		Causas Azolve en el drenaje ☒ Red de drenaje insuficiente ☒ Excesiva cantidad de precipitación en poco tiempo ☒ Terreno con poca pendiente ☒ Terreno poco permeable ☒ Zonas de origen lacustre ☐ Falla en la infraestructura ☐ Zona baja sin drenaje natural ☐ Otras: ☐ Especifique: 0	
		Infraestructura afectada: Carreteras: ☒ Red de drenaje: ☒ Puentes: ☐ Red Telefónica: ☐ Red agua potable: ☐ Red eléctrica: ☐ Presa ☐ Bordo ☐ Canal ☐ Otras ☐ Especifique: DESBORDAMIENTO DE CANAL DE RED DE DRENAJE POR FUERTES PRESIPITACIONES DE LLUVIA. Superficie de cultivos 0 Has afectados: Observaciones: DESBORDAMIENTO Y CUBRIMIENTO DE CARRETERA Y PASOS PEATONALES	

Municipio: JILOTEPEC	031 Clave Municipio	Número consecutivo (identificador en el plano) 02	02 Plano / Cuadrante
1.- Datos Generales		2.- Datos específicos	
Fecha del Evento: TEMPORADA DE LLUVIAS		Tipo de Inundación: FLUVIAL	
Localidad: EL XHITEY		Nivel máximo (m): 80 CMS	
042 Clave Localidad		Impacto	
Sublocalidad: EL XHITEY		Viviendas afectadas: PARQUE INDUSTRIAL	
000 Clave Sublocalidad		Muertos: 0 Heridos: 0	
Categoría Administrativa: DELEGACION		Desaparecidos: 0 Damnificados: 0	
		Superficie Afectada 31.500 M2 Has.	
		Causas	
		Azolve en el drenaje ☒	
		Red de drenaje insuficiente ☒	
		Excesiva cantidad de precipitación en poco tiempo ☒	
		Terreno con poca pendiente ☒	
		Terreno poco permeable ☒	
		Zonas de origen lacustre ☒	
		Falla en la infraestructura ☒	
		Zona baja sin drenaje natural ☐	
		Otras: ☐	
		Especifique: 0	
		Infraestructura afectada:	
		Carreteras: ☒	Red de drenaje: ☒
		Puentes: ☐	Red Telefónica: ☐
		Red agua potable: ☒	Red eléctrica: ☐
		Presa: ☐	Bordo: ☐
		Canal: ☐	Otras: ☐
		Especifique: DESBORDAMIENTO DE CANAL DE DRENAJE POR FUERTES LLUVIAS, CUBRIMIENTO DE ACCESO DE RAMPAS Y ENTRADAS CON SALIDAS DE EMERGENCIA DE EMPRESA.	
		Superficie de cultivos 0 Has	
		afectados:	
		Observaciones: DESBORDAMIENTO Y CUBRIMIENTO DE CARRETERA Y PASOS PEATONALES ASI COMO DE SALIDAS Y ENTRADAS.	

Terremotos o sismicidad

Clasificación de municipios de la República Mexicana de acuerdo con la Regionalización Sísmica

La clasificación de municipios, según el grado de peligro al que están expuestos, se realizó tomando como base la Regionalización Sísmica de la República Mexicana publicada en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, capítulo de Diseño por Sismo (1993).

Dicha regionalización incluye cuatro zonas llamadas A, B, C y D que indican, respectivamente, regiones de menor a mayor peligro.

Zona	Municipios
A	338
B	1080
C	576
D	333
A/B	15
B/C	56
C/D	30
TOTAL	2428

Aquellos municipios cuya superficie queda compartida entre dos zonas cualesquiera, fueron clasificados con un índice mixto siempre que, en alguna de esas zonas no se encontrara una porción mayor que $\frac{3}{4}$ del territorio municipal. Si más del 75% del área municipal se encuentra en una determinada zona, se asigna el índice correspondiente a todo el municipio

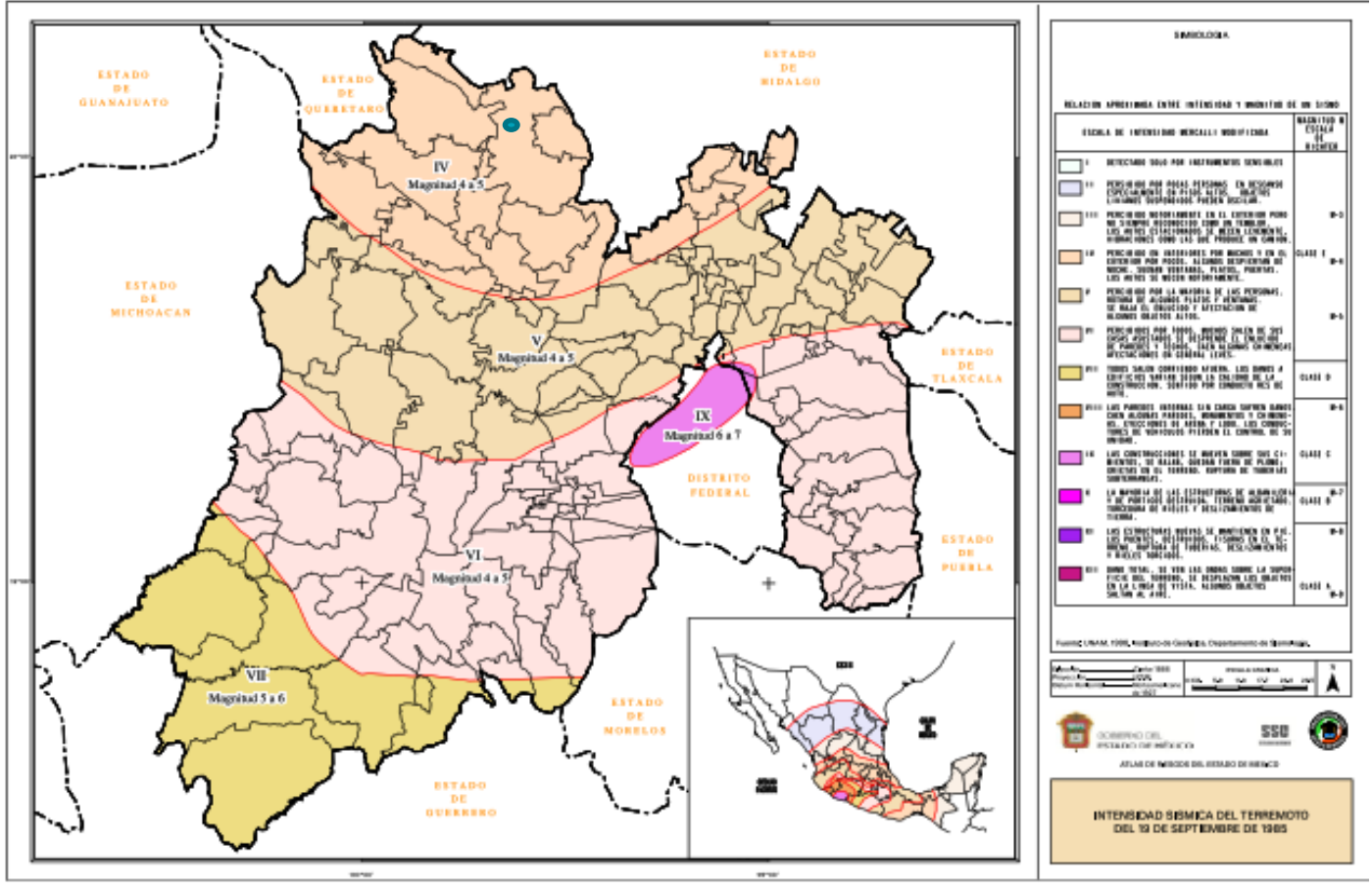
La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran

sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

En el Atlas de Riesgos del Estado de México se observa que casi la totalidad del municipio de Jilotepec (91.59% de su extensión) se encuentra en un grado de susceptibilidad bajo en cuanto a inestabilidad del terreno. En lo que concierne al área de estudio, la susceptibilidad para que existan movimientos de terreno como deslizamientos o desprendimientos es baja, debido a que en la mayor parte del área dominan las planicies y las pendientes suaves, y las elevaciones que existen se componen de material volcánico bien consolidado.

En cuanto a inundaciones, de acuerdo al Atlas de Riesgos Estatal, solamente el 3% de la superficie del municipio de Jilotepec es susceptible a este fenómeno hidrometeorológico. En campo no se encontraron evidencias de inundaciones, sin embargo, en el terreno de los predios se observaron encharcamientos propiciados por las intensas precipitaciones y el material litológico superficial impermeable, por lo que el proyecto deberá tener en cuenta este fenómeno.

MAPA 10. INTENSIDAD SÍSMICA DEL TERREMOTO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985



Ubicación del proyecto

Vulcanología

Para la determinación de peligros volcánicos, se utilizó como base la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. De acuerdo con dicho documento, la República Mexicana está compuesta por dos zonas volcánicas principales, una localizada en el centro del país, donde se encuentran los principales volcanes activos.

El municipio de Jilotepec se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, también conocido como Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM), el cuál atraviesa a la República Mexicana en su parte central y se le considera como el episodio más reciente de actividad magmática continental continua durante un periodo largo de tiempo. El vulcanismo del CVTM comenzó en el Mioceno con la formación de calderas, así como volcanes desde hace 12 Ma hasta la actualidad. La orogenia Laramide propició un estilo de deformación de cobertura con dirección NO-SE y E-W, mientras que posterior al mioceno, durante el Plioceno y el Pleistoceno, ocurrió una fase distensiva que dio lugar a fallas con alineación N-S que originaron cuencas endorreicas y fosas tectónicas que fueron ocupadas por lagos.

La litología del área de estudio está dominada por material de origen magmático que abarca edificios volcánicos y flujos de lava. Las rocas más antiguas corresponden a rocas andesíticas con estructura fluidal de edad pliocénica que compone la estructura de mayor elevación del área de estudio y que abarca al Cerro La virgen, Cerro Dedeni y al Cerro el Rosal.

El resto del área se encuentra sobre flujos de lava de composición basáltica, de textura afanítica con baja vesicularidad en los que se observan olivinos integrados en una matriz gris oscuro, y de estructura masiva. Estos flujos provienen de los conos monogenéticos que se distribuyen por toda el área los cuales se componen de material piroclástico de escoria tamaño lapilli y presentan alturas desde 50 hasta 100 metros.

Hidrología

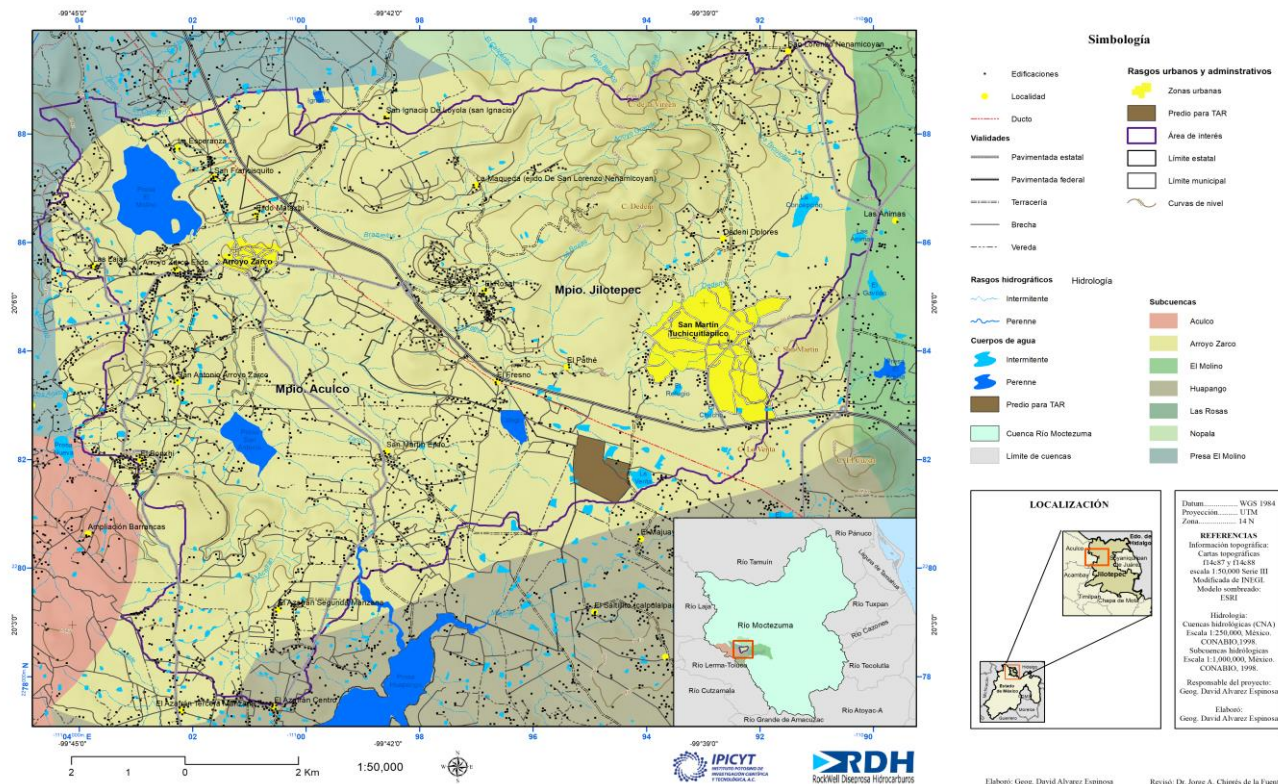
Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio:

El área de estudio constituye la subcuenca del Arroyo Zarco, ésta pertenece a la cuenca hidrológica del Río Moctezuma que representa a la cuenca y zona lacustre más importante de México, abarca casi toda la Ciudad de México y el Estado de Hidalgo, y parte de los Estados de México, Tlaxcala, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. La subcuenca del Arroyo Zarco colinda con las subcuencas de Aculco, El Molino, Huapango, Las Rosas, Nopala y Presa El Molino.

Dentro de la zona de influencia del proyecto hay varios cuerpos de agua de importancia debido sobre todo a la baja permeabilidad del suelo, el cuerpo de agua de mayor tamaño es la presa El Molino la cual está alimentada por el Arroyo Zarco y se encuentra en el extremo noroeste de la cuenca. Al sur de la anterior se ubica la presa San Antonio alimentada también por el Arroyo Zarco y algunos otros escurrimientos intermitentes. En el área circundante a los predios se encuentran varios cuerpos de agua intermitentes siendo el más grande La Venta, que se ubica el lado este de los terrenos y otros dos dentro del área de los predios.

En cuanto a los escurrimientos, el de mayor importancia es el Arroyo Zarco, del cual parte de su cuenca delimita el área de interés de este estudio; es de tipo intermitente, es decir que se forma solamente durante la época de lluvias, tiene una dirección sureste-noroeste y una longitud de más de 25 km. En el área de estudio no hay escurrimientos perennes, pero sí abundantes escurrimientos intermitentes, rills y cárcavas de escurrimientos efímeros.

MAPA HIDROLÓGICO



Reducción del mapa hidrológico. El mapa se encuentra en el Anexo cartográfico

I.2 PROYECTO CIVIL

El proyecto civil detalla las características de construcción de los elementos de la obra civil que compondrán la Terminal de Almacenamiento y Reparto de Hidrocarburos de “El Rosal”, como lo son los Basamentos de tanques en los cuales se especifica la cimentación que será variable dependiendo del diámetro de los tanques; así mismo se enumeran los elementos de hormigón que compondrán la TAR; de igual manera se detallan los elementos que compondrán la red de drenaje de la TAR; se detalla los elementos de estructura metálica que formarán parte de la TAR; también se detalla el sistema de vallado de seguridad de la TAR; así mismo se detallan los viales y pavimentos que se utilizarán en la TAR.

La memoria técnico-descriptiva del Proyecto Civil, se puede consultar en la sección de Anexos del presente documento.

I.3 PROYECTO MECÁNICO

El proyecto mecánico, desarrollado, considera e identifica que los accesorios y equipos sean resistente a la acción de la gasolina y Diesel y sean adecuados para las condiciones de presión y temperaturas requeridos; asimismo, analiza y detalla que los recipientes de almacenamiento, Identifica que las salidas de líquido del recipiente de almacenamiento, los dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota con que debe contar los mismos, que permitan conocer cuándo se ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible, la presión interior del recipiente de almacenamiento y la temperatura del recipiente de almacenamiento; asimismo, detalla accesorios a emplear (indicadores de flujo, válvulas, conectores, manómetros),

Se presentan las especificaciones de los tanques de almacenamiento así como los equipos principales y auxiliares , se puede consultar en la sección de Anexos del presente documento los diagramas de tubería e instrumentación del proyecto de la TAR.

I.4 PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Con la finalidad de abatir los percances causados por posibles incendios, toda planta de almacenamiento y distribución debe contar con una red contra incendios, que cubra todas

las áreas operativas así como de oficinas, debiendo considerarse los aspectos indicados en esta memoria descriptiva. Se anexa la memoria contra incendios.

Para el caso específico de los tanques de almacenamiento verticales, se considera la inyección subsuperficial como medio de extinción del fuego.

EQUIPO CONTRA INCENDIO

Las instalaciones de la planta de Almacenamiento y distribución se instalará un cobertizo de bombas de agua contra incendios, como queda señalado en el plano anexo que describe el sistema contra incendio.

La ubicación estratégica del cobertizo de bombas garantiza y determina, que no existan riesgos de explosión o de incendios en las cercanías, ni daños por factores climatológicos.

El cobertizo de bombas de agua contra incendios contará con dos bombas, una accionada con motor eléctrico y la otra accionada con motor de combustión interna ya que al tener en operación la bomba accionada con motor eléctrico, al fallar esta por alguna causa eléctrica o mecánica, la bomba de combustión interna deberá arrancar de inmediato en forma automática, por medio de relevadores apropiados, empleados en combustión con cualquier tipo de control par arranque automático. Si la falla es derivada por causa eléctrica, una vez restablecida la corriente deberá arrancar la bomba con motor eléctrico.

Las bombas serán colocadas en bases de concreto armado por encima del nivel del piso terminado.

Las bombas serán del tipo centrífugo, y la capacidad de estas se establecerá de acuerdo a las necesidades de cada instalación La presión de descarga en relación con el gasto

previsto no será menor de 100 lts- Hr/incendio.2 (7.0 Kg./cm²) en el punto más alejado de la red contra incendios. La bomba instalada proporcionará el 150% del gasto total cuando la presión de descarga sea como mínimo el 65 % de la carga total. La capacidad total de bombeo deberá ser tal, que el número máximo de tomas de agua para mangueras de 2 ½" o de 1 ½" que se estime necesario para utilizar de forma simultánea, de acuerdo con los riesgos previstos no sea mayor al que se indica a continuación:

G.P.M.	500	750	1000	1250	1500	2000	2500
No. De tomas 2 ½"	2	3	4	5	6	6	8
Mangueras 1 ½"	6	9	12	15	18	18	24

EXTINTORES

En todas las áreas de las instalaciones de la planta de almacenamiento y distribución se contará con extintores suficientes y adecuados para combatir incendios de clases, a, b y c.

Los extintores de mano serán colocados en las columnas, muros o barandales a una altura de 1.50 m. sobre el nivel del piso terminado con plataforma a la parte superior del extintor, así mismo a 10 cm. arriba de cada extintor se colocará el anuncio informativo correspondiente. Los sitios de asignación de los extintores de mano serán identificados con pintura de color rojo en una franja de 60 cm. de ancho alrededor de las columnas, con un círculo sobre el muro o con una franja en los barandales que sobresalga por lo menos 20 cm. de cada lado del extintor.

Los extintores móviles se tendrán bajo techo, en el área donde se localicen se pintará un círculo de 60 cm. de diámetro en color rojo. En los cuartos de control en el área de la subestación eléctrica y en las casetas de arrancadores, se contará como mínimo con un extintor de bióxido de carbono o de polvo químico seco.

CASETAS CONTRA INCENDIOS

La planta de almacenamiento y distribución contará con una cesta contra incendios misma que estará dotada con el siguiente equipo.

- 2 extintores de espuma química de 2 ½ galones (9 ó 14 Kg.)
- 2 extintores de espuma mecánica equivalentes
- 2 extintores de polvo químico seco de 20 ó 30 libras (9 ó 14 Kg.)
- 1 extintor de espuma química de 40 galones (150 L.)
- 1 extintor de espuma mecánica de 40 galones (150 L.)
- 1 extintor de polvo químico seco de 150 libras.

Contará con el equipo de protección personal, con el juego de llaves ajustables requeridos para acoplar mangueras así como con el botiquín de primeros auxilios. Por ningún motivo existirá en la caseta de control contra incendios equipo y/o materiales destinados para otros fines.

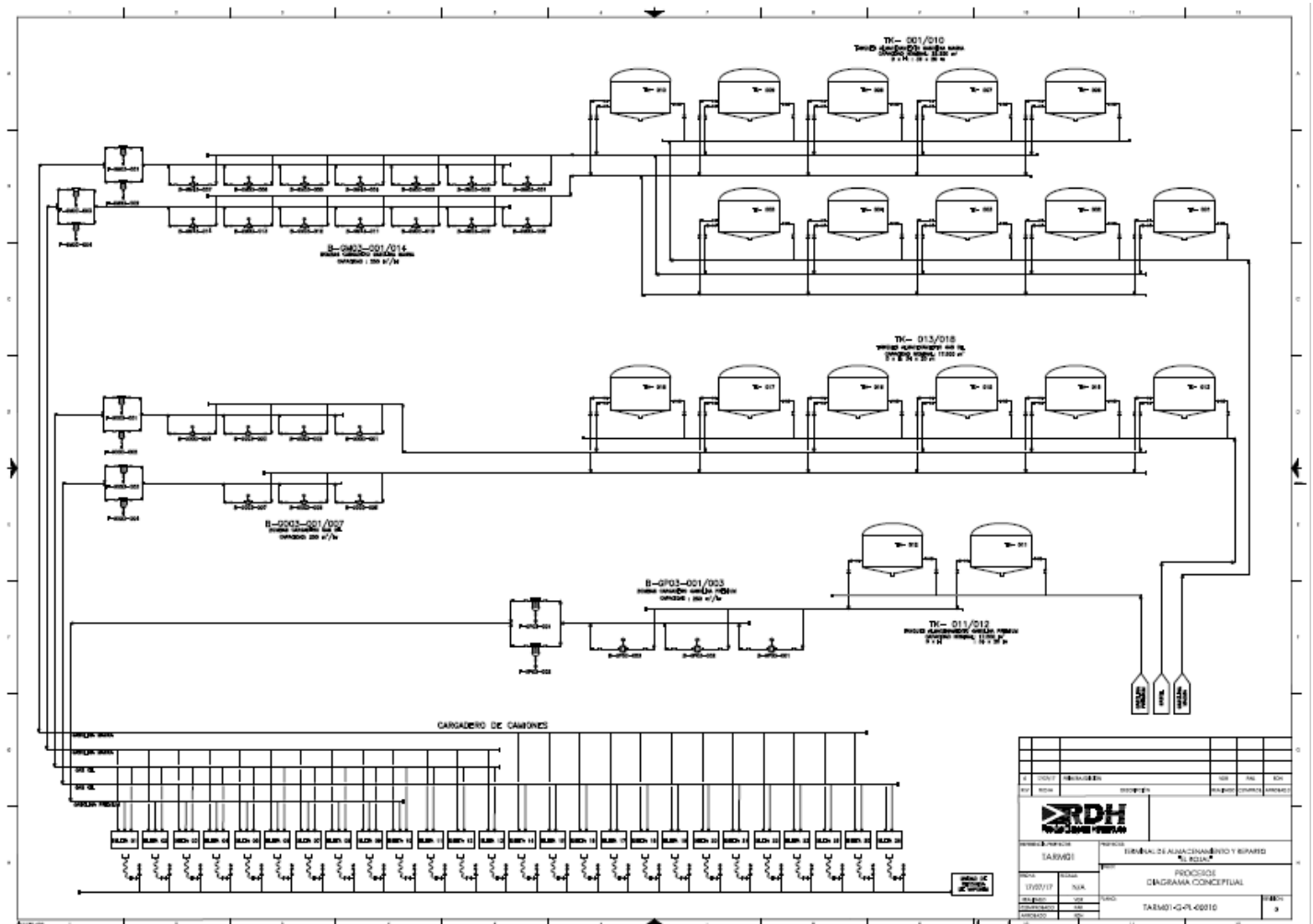
Sistemas contra incendio.

Dentro de los sistemas contra incendio destacan la prohibición de elementos que sean una fuente de ignición o puedan producir una chispa, los sistemas eléctricos son a prueba de explosión, se cuenta un sistema de aterrizajes en toda la Terminal.

Los tanques de almacenamiento por sus características de fabricación y sistema de seguridad no son afectables por un incendio

II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

La operación de la planta de almacenamiento se realizará en tres etapas principales: recepción, almacenamiento y entrega de productos, cada etapa tiene características específicas reguladas por la Norma NOM-006-ASEA-2017. En el diagrama general se muestra el diagrama general de procesos de la Terminal, el combustible recibido no será modificado químicamente, solo será almacenado y posteriormente distribuido.



. Diagrama general de procesos

1) Operación de autotanques

Los hidrocarburos que se manejarán por medio de autotanques realizarán los siguientes procedimientos:

- El operador entregará la documentación al encargado del área de las islas de reparto, que tendrá que verificar que el transporte tenga nivel correcto de acuerdo a su capacidad y tipo de hidrocarburo.
- Dentro de las instalaciones el conductor dirigirá el vehículo hacia las islas de carga de camiones.
- Se realizará un proceso de verificación del autotanque, posteriormente se colocan los ganchos de seguridad.
- Se conectará la manguera al autotanque de acuerdo al tipo de hidrocarburo verificando el funcionamiento correcto de las válvulas.
- Al finalizar el proceso los documentos del conductor serán sellados y teniendo un registro de la hora de llegada, hora de salida y firma del encargado de entrega-recepción.

2) Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento constituyen uno de los elementos principales de la planta su distribución y diseño está elaborado de acuerdo a lo que establece el capítulo 9 Diseño, en el apartado 9.1.1.1 Tanques verticales de la NOM-006-ASEA-2017. Los tanques estarán distribuidos en función de los productos que almacenarán.

Tabla Distribución de tanques

No.	Tag	Producto	Capacidad Nominal [m³]	Diámetro [m]	Altura [m]
1	TK-001	Gasolina Magna	22.250	39,0	20,0
2	TK-002				
3	TK-003				
4	TK-004				
5	TK-005				
6	TK-006				
7	TK-006				
8	TK-008				
9	TK-009				
10	TK-010				
11	TK-011	Gasolina Premium	17.500	34,0	20,0
12	TK-012				
13	TK-013	Diesel (Gas Oil)	17.500	34,0	20,0
14	TK-014				
15	TK-015				
16	TK-016				
17	TK-017				
18	TK-018				

Estos tanques estarán dotados de toda la instrumentación y elementos de seguridad correspondientes para asegurar en todo momento su correcta operación, así como evitar posibles derrames por sobrellenado, siendo crítica la instalación de sistemas dobles de seguridad para asegurar el corte de alimentación en caso de sobrellenado.

Cada tanque estará diseñado específicamente para el producto que va a almacenar, por lo que, dependiendo de la sustancia, variaran algunos elementos de diseños como por

ejemplo llevando pantalla flotante los tanques de productos ligeros (gasolinas) para evitar pérdidas de producto y emisiones por evaporación.

En concreto la pantalla flotante de los tanques instalados en este proyecto será del tipo de contacto completo (Full Contact Internal Floating Roof) lo que garantiza la eliminación del 95% de las emisiones gaseosas de los tanques con productos altamente volátiles como lo son las gasolinas. Este elemento consiste en una chapa de metal relativamente liviana que flotará sobre el producto almacenado, lo que asegura que en ningún momento que se generen bolsas de gases y formando una capa protectora que disminuirá la evaporación.

Los tanques contarán con bocas de visita tanto en la parte baja como en la parte alta para permitir el correcto mantenimiento de los mismos. Cada tanque estará equipado además con una escalera perimetral helicoidal que permita acceder de manera segura y rápida al techo del mismo desde la base del terreno, para todas las labores de mantenimiento de la instrumentación y equipos instalados en el techo, así como también las labores de inspección tanto del equipo como del producto almacenado.

Cada tanque estará protegido por un sistema DCI de acuerdo a los códigos de diseño nacionales e internacionales. Básicamente se instalarán sistemas de extinción por agua y espuma para los tanques, así como una red de hidrantes y monitores para reforzar las medidas obligatorias de seguridad.

3) Diques de retención

Los diques de retención tienen la función de evitar la dispersión de derrames accidentales en caso de rotura en alguno de los tanques. Los diques deben tener la capacidad de contener el volumen total del mayor tanque que se haya construido dentro del dique y la capacidad de los volúmenes de los demás tanques que ocupan espacio.

4) Estación de bombeo

El trasiego de los productos dentro de la instalación será bombeado a través de grupos de bombas interconectadas por medio de tuberías entre los tanques y las partes de la

planta donde sea requerido. En cada grupo de bombeo, previsto dentro de este proyecto, se incluirán todos los accesorios y elementos necesarios para el correcto funcionamiento, para garantizar la seguridad de los equipos y el proceso.

Todas las succiones incluirán filtros y válvulas de aislamiento independientes para cada bomba, así como también se preverán las respectivas válvulas en la impulsión y anti-retorno, con toda la instrumentación para el control del funcionamiento de cada una de ellas. El diseño y construcción de las bombas contará con el estándar API 610 (Norma que describe los requerimientos mínimos para bombas centrífugas para uso en servicios con hidrocarburos) y con sellos de aislamiento de acuerdo a API 682 (Norma que especifica los diferentes sistemas de sellado disponible para bombas centrífugas o rotativas utilizadas principalmente en aplicaciones de productos inflamables e hidrocarburos), que evitarán cualquier derrame de productos en los sellos de las bombas.

5) Isla de carga de camiones

Al este de la planta de almacenamiento se encuentra el área de islas de carga de camiones, serán construidas veintiséis islas de carga de camiones independientes en funcionamiento y control. Las islas de carga tendrán un sistema de carga de camiones por fondo, con conectores de productos aéreos, desde estos conectores se distribuirán los distintos productos a cada una de las islas, en función de las necesidades de suministro.

Cada isla dispondrá de cuatro brazos de carga con sus correspondientes unidades contadores de flujo y unidades centrales de control de dosificación. Este último elemento será totalmente automático y programable y será el responsable de incluir dentro de los productos a ser suministrados los distintos aditivos que las especificaciones requieran. Al ser unidades programables, es posible incluir varias “fórmulas” dentro de su sistema informatizado, de tal manera que es posible suministrar por un mismo brazo una gran variedad de productos con solo variar las cantidades y tipos de aditivos.

Los sistemas de carga de camiones no se activarán hasta que los protocolos de seguridad de los camiones estén cumplidos, esto es, que la carga no podrá realizarse hasta que se haya alcanzado una condición segura, como por ejemplo la conexión a puesta tierra de los vehículos.

A efectos de generación de vapores con compuestos orgánicos volátiles (COV), es en las islas de carga de camiones donde históricamente en plantas convencionales se presenta el problema de generación de emisiones de COV. La planta contará con elementos de recogida de gases para que en el momento de la carga los mismos sean conducidos a la unidad de recuperación de vapores (URV).

Para lograr esta función, en cada una de las islas o bahías de carga se incluirá un quinto brazo para la captación de vapores, que al momento de llenados de productos será la responsable de recoger todas las emanaciones generadas durante el proceso de llenado. Este brazo será utilizado al mismo tiempo que se realice la carga de producto, y estará directamente conectado a la tubería de recogida de vapores que circula por toda el área de islas de carga. El mismo además estará constantemente en presión negativa por lo que se asegura que en ningún momento las emanaciones capturadas en otras islas se puedan escapar en islas que en ese momento estén en desuso.

6) Unidad de recuperación de vapores (URV)

El sistema de recuperación de vapores se encarga de recolectar todos los vapores que se generan durante las operaciones de carga de productos en las cisternas de los sistemas de transporte utilizando una presión ligeramente menor a la atmosférica (vacío). Este pequeño margen de presión negativa elimina virtualmente la posibilidad de escapes de vapores peligrosos a la atmósfera desde los puntos de descarga o los tanques.

La URV estará compuesta por varios elementos, uno de los más importantes es la bomba de vacío que estará conectada con la mayor parte de los equipos generando zonas de baja presión para que se produzca el flujo de gases de tal manera que se logre el paso de dicho flujo en las distintas partes de la planta hasta que se produzca un nivel aceptable de COV presentes en la corriente.

En la entrada de la planta se encuentra un supresor de chispas que protege la entrada de cualquier posible partícula que pueda generar problemas en la unidad. El flujo de aire es pasado a través del recipiente de expansión o condensación (knockout drum) donde se genera una primera recuperación básica por expansión simple. El flujo librado de cualquier exceso de humedad o vapores condensados que se puedan recuperar en la unidad de condensación, se hacen pasar a través de los filtros de carbón. Es en este lecho de carbón donde el flujo de aire recuperado es despojado casi totalmente de cualquier vapor de hidrocarburo.

Este sistema está diseñado para cumplir con las reglamentaciones oficiales para la recuperación de vapores de hidrocarburos desplazados durante la carga. La concentración de estos vapores varía desde un 10% a un 65% (con un valor medio del 25%) en volumen de hidrocarburo en aire. La URV requiere de los siguientes componentes:

Tabla. Componentes de la URV

Clave	Descripción
V-1	Absorbedor de carbón (recipiente de carbón)
V-2	Absorbedor de carbón (recipiente de carbón)
V-3	Separador
V-4	Absorbedor
C-1	Bomba de vacío
P-1	Bomba de suministro de gasolina
P-2	Bomba de retorno de gasolina
P-3	Bomba de fluido de cierre
E-1	Intercambiador de calor de Fluido de Cierre/Gasolina

Los vapores de hidrocarburos, procedentes de operaciones de carga de gasolina, fluyen hacia el colector de condensados V-5. Este tanque es importante para la operación del

sistema de recuperación del vapor. Permite que cualquier líquido condensado o sobrellenado de los vehículos de transporte sea eliminado antes de la fase de adsorción.

Los hidrocarburos no condensados y el aire fluyen hacia el sistema, donde entran por la parte inferior de uno de los absorbedores de carbón (V-1 o V-2). La mezcla de hidrocarburo/aire fluye a través del absorbedor, donde la mayor parte de los hidrocarburos son objeto de adsorción. El aire continúa a través de los absorbedores de carbón y se expulsa a la atmósfera. El aire es separado de la mayoría de los hidrocarburos y está dentro del nivel de emisión de hidrocarburos admisible por la reglamentación pertinente.

Los absorbedores de carbón operan durante un ciclo temporizado preestablecido. Cuando un lecho está en línea para adsorber los vapores de hidrocarburos, el otro se estará regenerando. Este ciclo se realiza automáticamente mediante la lógica de control y válvulas telecomandadas. Hay tres válvulas telecomandadas (UV/UCV) en cada uno de los lechos de carbón. Cuando un adsorbedor de carbón está en operación, el venteo UCV superior (101 o 201) y la UV inferior (103 o 203), que están instaladas en la línea de vapor de la carga, están abiertas. La UCV (102 o 202) ubicada en la parte inferior, que está instalada en la aspiración de la bomba de vacío (C-1), está cerrada en el absorbedor que está en operación, así como la válvula de purga de aire UV (104 y 204).

El carbón sólo puede adsorber una determinada cantidad de hidrocarburos antes de su saturación, el propósito de la regeneración es restaurar el carbón para volver a un nivel donde adsorba hidrocarburos eficazmente. El ciclo de regeneración temporizado permite que se realice la regeneración antes de que el lecho alcance su nivel saturado. El tiempo de regeneración, así como las dimensiones de los equipos, están basados en los modelos de carga de cada terminal. La regeneración de carbón activado es un proceso de dos etapas. La primera etapa consiste en reducir la presión total, lo que se realiza produciendo un vacío en el carbón, proceso que elimina la mayor cantidad de hidrocarburos de las dos etapas.

La segunda etapa es la adición de aire de purga al carbón, durante la última parte del ciclo de regeneración. El aire de purga se introduce en control de presión/tiempo. Cuando la presión absoluta se reduce al punto de ajuste de diseño de 75 mbar o transcurridos 10

minutos, lo que se produzca primero. Es muy importante que el aire de purga se introduzca en el lecho en cada ciclo para mantener un rendimiento óptimo de la recuperación de hidrocarburos.

En este sistema, el aire de purga se introduce por la parte superior del lecho de carbón. El aire de purga "pule" la parte superior del lecho de carbón para asegurar que solamente cantidades muy pequeñas de hidrocarburo se expulsen a la atmósfera cuando ese lecho de carbón esté en operación. Cuanto más dure la introducción del aire de purga, tanto más profunda será esta acción de "pulido" en el lecho de carbón.

Cuando un adsorbedor de carbón está en el modo de regeneración, la Bomba de Vacío (C-1) extrae los vapores de hidrocarburos, que habían sido adsorbidos, por el carbón. La concentración del hidrocarburo es ahora de aproximadamente un 90% en volumen. La Bomba de Vacío, del tipo de anillo de líquido, necesita un fluido de cierre para poder funcionar. En este sistema, el fluido de cierre es una mezcla de anticongelante industrial (basado en etilenoglicol) y agua.

Los vapores ricos en hidrocarburos y un pequeño volumen de aire, procedente del adsorbedor de carbón, se mezclan con el fluido de cierre en las Bombas de Vacío y se descargan al compartimento del fluido de cierre del Separador (V3). Algunos vapores de hidrocarburos, que descarga la bomba de vacío, se pueden condensar y flotar sobre la parte superior del fluido de cierre en el Separador. Cuando se eleva el nivel de hidrocarburo líquido, este condensado de hidrocarburos rebosa sobre un tabique interno dentro del Compartimento de Gasolina de V-3. El fluido de cierre es bombeado por la Bomba de Fluido de Cierre (P-3) desde el Separador a través del Separador de Fluido de Cierre (E-1) y retorna a la Bomba de Vacío. El enfriador del fluido de cierre elimina el calor de compresión y condensación del líquido de fluido de cierre.

En la línea de vapor hay montado un eliminador de gotas. Este equipo retiene las partículas líquidas arrastradas por el vapor. Estas partículas líquidas se drenan y recogen en el separador.

Desde el Separador (V-3), el vapor rico en hidrocarburos y un pequeño volumen de aire pasa a través de la torre de relleno, Absorbedor (V-4), y entra en contacto con una

corriente de gasolina sin tratar que absorbe la mayor parte de los hidrocarburos desde la corriente de hidrocarburo/aire. La corriente de aire, contaminada con pequeñas cantidades de hidrocarburos, sale luego por la parte superior del Absorbedor (V-4) y se encamina de nuevo al Adsorbedor de Carbón (V-1 o V-2) que está en línea.

La corriente de gasolina sin tratar se bombea desde el lugar de almacenamiento por la Bomba de Suministro de Gasolina (P-1). Esta gasolina va a la parte superior del Absorbedor (V-4) donde se usa como medio de absorción. Los absorbentes conteniendo los hidrocarburos recuperados son recogidos en el Saperador V-3. El líquido recogido es entonces bombeado, según el control de nivel, por la Bomba de Retorno de Gasolina (P-2) y fluye a través del Enfriador del Fluido de Cierre (E-1) de vuelta al lugar de almacenamiento.

Una vez puesto en marcha el sistema, la Lógica de Control de Regeneración asegura que las válvulas UCV/UV estén posicionadas de modo que un sólo adsorbedor de carbón esté en operación y el otro se esté regenerando.

Para facilitar la explicación, supondremos que V-1 está en operación y que se está regenerando el V-2. Además, las válvulas automáticas asociadas con el V1 son la UCV-101 (válvula de ventilación en la parte superior), UV-103, válvula de admisión del proceso (ubicada en el parte inferior) y UCV-102, válvula de regeneración (en la parte inferior). Las correspondientes válvulas asociadas con el V-2 serán UCV-201, UV-203, UCV-202. Con el V-1 en operación y el V-2 en proceso de regeneración, la posición de las válvulas será la indicada en la siguiente tabla.

Tabla. Posición de válvulas en URV con V-1 en operación

Válvula	Posición	Válvula	Posición
UCV-101	Abierta	UCV-201	Cerrada
UV-103	Abierta	UV-203	Cerrada
UCV-102	Cerrada	UCV-202	Abierta

La mezcla de hidrocarburo/aire fluye hacia V-1, mientras que se está procediendo a la extracción bajo vacío de V-2 como parte de su ciclo de regeneración. Durante los 5 últimos minutos del ciclo de regeneración o si se consigue una presión de 75 mbara, se introduce aire de purga en V-2. Esta operación se realiza activando UV-204. De este modo, se asegurará que el aire de purga sea introducido en el recipiente de carbón al final del ciclo de regeneración.

Cuando está activada la Válvula de Solenoide del Aire de Purga (UV-204), dicho aire de purga será succionado a través de la Válvula de Control Manual del Aire de Purga (HCV-204) hacia V-2. La cantidad del aire de purga se puede regular por HCV-204 y debe ajustarse durante el arranque inicial a un caudal suficiente solo para mantener un nivel de vacío de aproximadamente 75 mbara.

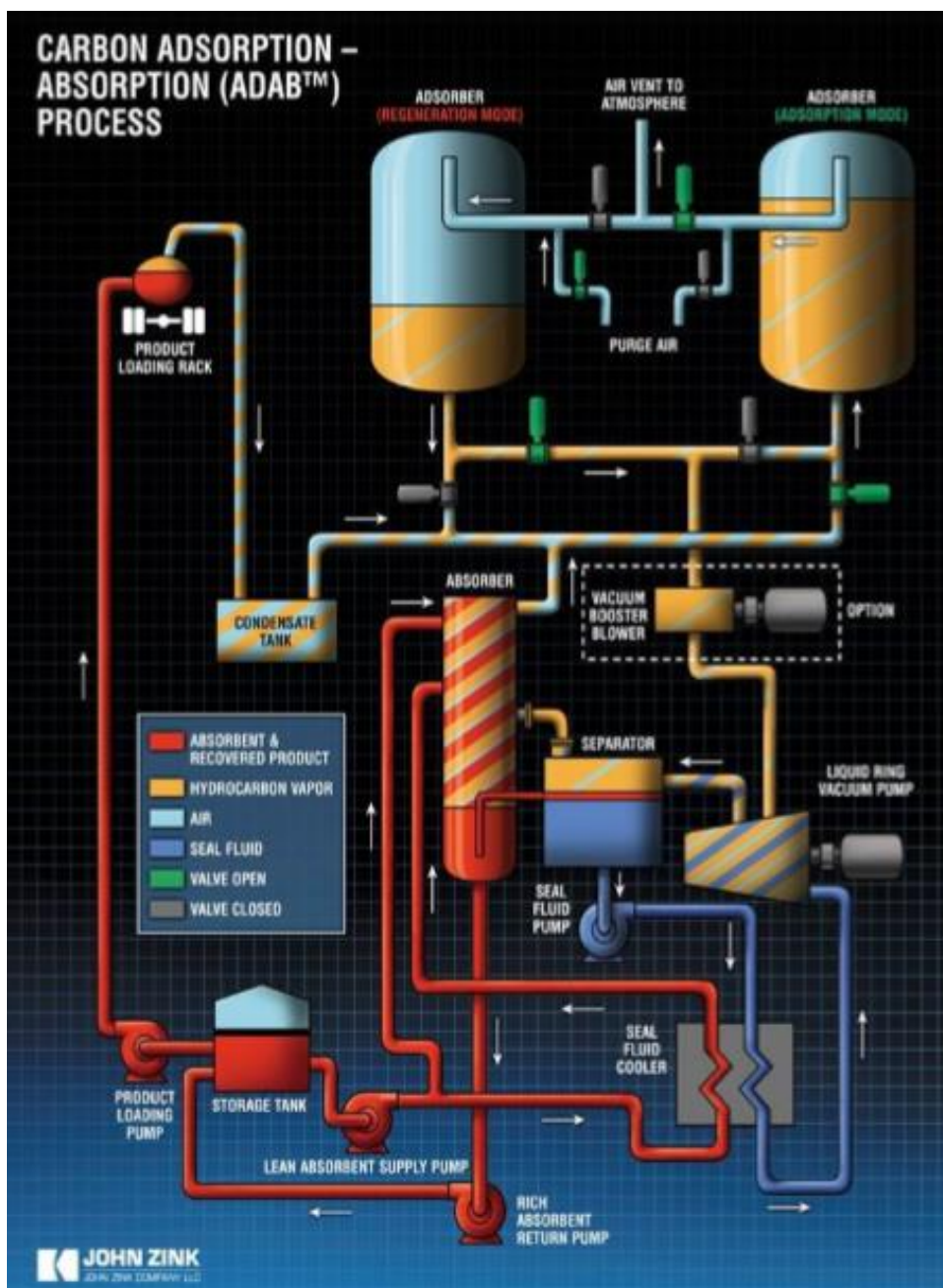
Si el nivel de vacío sigue aumentando hasta 50 mbara, un transmisor de presión (PICSA-501) activa la Válvula de Solenoide de Control del Vacío (UV-501). Se succionará aire desde las tuberías de admisión de vapor directamente hacia las tuberías de aspiración de la Bomba de Vacío (C-1). Este aire abastecerá los requerimientos de la bomba de vacío, impedirá que se produzca un vacío excesivamente alto en el sistema y servirá para prevenir los posibles daños a la bomba de vacío debido a cavitación.

Cuando haya transcurrido el tiempo prefijado para la regeneración (15 minutos), se cerrará la Válvula de Regeneración UCV-202 en V-2. Después de que se cierre UCV-202, se abrirá la Válvula de Ventilación UCV-201, rompiendo el vacío en V-2 y llevándolo a la presión atmosférica. Se considera un tiempo aproximado de 90 segundos para que el lecho regenerado rompa el vacío y quede comprimido. Entonces UCV-201 está completamente abierta. Esta etapa desde el momento en que se cierra una válvula de regeneración hasta que se abre otra se conoce como fase de ecualización o de compensación. Una vez que se haya producido la recompresión de V-2, se abrirá UV-203 y UCV201, con lo que se pondrá a V-2 en operación y se cerrará UCV-101 sacando V1 de funcionamiento. Después de que se cierre UCV-101 y UV-103 se abrirá UCV102, poniendo V-1 en modo de regeneración.

Tabla. Posición de válvulas en la etapa de ecualización

Válvula	Posición	Válvula	Posición
UCV-101	Cerrada	UCV-201	Abierta
UV-103	Cerrada	UV-203	Cerrada
UCV-102	Abierta	UCV-202	Cerrada

El sistema realizará ciclos entre V-1 y V-2 colocando cada recipiente en el proceso de regeneración durante ciclos de 15 minutos mientras se realizan las operaciones de carga normales. Una vez cargado el último camión, el sistema proseguirá su operación cíclica durante un período aproximado de 30 minutos antes de su parada. Al final de este período de tiempo, se produce la secuencia de parada normal. Todas las válvulas se cierran (excepto UV 501, que normalmente está abierta), las bombas P-1, P-2, P-3, y la bomba de vacío C-1 se paran.



Unidad Recuperadora de Vapores

7) Sistema de devolución

Este sistema tendrá la función de devolver el producto sobrante que no se haya distribuido al final del reparto a los clientes o en los casos donde se realizará la especificación del camión, antes de pasar al proceso de carga. Cada vez que llegan los camiones para el despacho de producto, se hacen pasar los mismos por el área de devoluciones en donde los camiones se conectarán mediante mangueras a los depósitos horizontales enterrados. Los camiones serán vaciados por gravedad y preparados para una nueva remesa. Este sistema estará formado por dos depósitos, uno para gasolinas y otro para diésel, cada uno de ellos estará dotado de bombas para la reinyección del producto a los tanques.

8) Sistema de purgas

Los fondos de los tanques tendrán una inclinación con fondo cónico invertido de inclinación a centro de tanque con dique o pozo central para la recogida de las purgas. Todos los tanques contarán con sistema de recogida de purga conectados directamente a la red de purgas de la planta. Se ha diseñado la instalación para que cada uno de los tanques cumpla con las tres funciones previstas de recepción, certificación y reparto de producto indistintamente, dotando a toda la planta de total flexibilidad de cara al suministro ininterrumpido.

El sistema de purgas de la planta se compondrá de los siguientes elementos:

1. Dos tanques enterrados metálicos de doble pared con sistema de control de nivel, localizados estratégicamente dentro del área de la planta cubriendo las áreas donde más se puedan producir las purgas.
2. Válvulas de seguridad para los casos de alta presión a causa de los procesos y para las dilataciones térmicas que se puedan generar dentro de las tuberías por el diferencial de presión.
3. Unidades de bombeo para el retorno de las purgas recogidas a los tanques de almacenamiento permitiendo así el reciclaje del producto y eliminando las emisiones.

4. Tuberías de interconexión entre los puntos de purga y los tanques enterrados.
5. Conexión para vaciado del tanque por camión.

El funcionamiento básico de este sistema se basa en la protección de todos los sistemas presurizados de la planta, por medio de válvulas de seguridad localizadas estratégicamente en tuberías, equipos y recipientes presurizados.

Las tuberías son los elementos que más presentan riesgo de sobrepresiones, debido al proceso (por cierres inesperados de válvulas mientras los sistemas de bombeo siguen en funcionamiento) o por acciones de dilatación térmica en tuberías llenas y por cambios grandes en el diferencial de temperatura de las tuberías, estos sistemas se protegen mediante doble juegos de válvulas de seguridad TSV y PSV (Temperature Safety Valves y Pressure Safety Valves). Las descargas de estas válvulas se redirigirán a los tanques enterrados mediante sistemas cerrados de tubería.

Una vez analizado el contenido de los tanques de purga es bombeado de vuelta a los tanques de almacenamiento que le corresponda. Este tipo de tanques será de doble pared con detectores de fuga para evitar cualquier probabilidad de derrames accidentales.

9) Recogida de aguas hidrocarburadas y pluviales

La recogida de aguas hidrocarburadas y pluviales requiere de las siguientes instalaciones:

- Red de aguas pluviales limpias

La red recogerá las aguas pluviales de la planta y tendrá la posibilidad de enviarlas al sistema de tratamiento en el caso de que eventualmente dichas aguas se encontraran contaminadas o al lugar de destino final en caso de no encontrarse contaminadas.

Las aguas se recogerán por gravedad mediante pendientes del terreno en un colector que las envía a la zona final de vertido. Las aguas que caigan en la cubierta de las islas de carga de los camiones serán conducidas a la red por medio de bajantes que estarán

conectadas a la misma. Los depósitos cuentan en su parte más baja con una arqueta que recoge las aguas de lluvia y por medio de tuberías, se envían a la red de aguas pluviales cuando estén limpias, o a la red de aguas hidrocarburadas en caso de contener algún contaminante.

- Red de aguas hidrocarburadas

Las aguas de las siguientes zonas se consideran como contaminadas y son llevadas a la red de aguas hidrocarburadas para enviarlas hasta el inicio del sistema de tratamiento:

- a. Zona de bombas de carga
- b. Zona de aditivación
- c. Zona de devoluciones
- d. Estación de Bombeo del D.C.I.
- e. Islas de carga de CC/CC
- f. Transformadores
- g. Unidad de Recuperación de vapores
- h. Diques de tanques
- i. Tanques de drenaje.

Las isletas de carga tendrán dos sumideros por isleta, que recogerán las aguas procedentes de la limpieza del pavimento y las enviarán a la red de aguas hidrocarburadas. Se realizarán periódicamente baldeos con el fin de eliminar los derrames y/o goteos producidos durante la carga de camiones.

Los derrames accidentales de la zona de aditivos serán recogidos en los correspondientes depósitos y se verterán hacia la red de aguas hidrocarburadas. Se dotará a esa zona de muros perimetrales, de líneas, de válvulas de corte en arqueta en el exterior de los diques y de tuberías para conexión a la red. La zona de devoluciones y

tanques de drenaje tendrá una ligera pendiente para que las aguas y derrames accidentales escurran a la red de aguas hidrocarburadas. En la estación de bombeo DCI se ubicará un sumidero que se conecte con la unidad de tratamiento.

En las islas de carga de camiones se dará una ligera pendiente para que las aguas y derrames accidentales sean recogidos en un sumidero. Las aguas y derrames accidentales de la zona de los transformadores serán recogidos en el correspondiente dique y se verterán hacia la red de aguas hidrocarburadas mediante un sumidero. Mientras que en la unidad de recuperación de vapores serán recogidos en el correspondiente dique y se verterán hacia la red de aguas hidrocarburadas. Se dotará a esa zona de muros perimetrales, de líneas de válvulas de corte en arqueta en el exterior del dique y de tuberías para conexión a la red.

10) Sistema de purgas de tanques

Una vez almacenados los productos recibidos en los tanques de almacenamiento, se producirá la decantación del agua que pueda estar contenida en los hidrocarburos recibidos. Cada tanque tendrá una toma de fondo que permita la purga manual de esta agua que será conducida por una red de tuberías que la recogerán y las enviarán a las unidades de purgas.

Las purgas de cada proceso se conducirán hacia un sistema de decantación (consistente en depósitos pequeños atmosféricos) en el cual se separará el hidrocarburo de la porción de agua que contenga, posteriormente el agua será enviada al sistema de limpieza de aguas hidrocarburadas, mientras que el hidrocarburo será retornado al tanque mediante una bomba específica que será instalada junto al depósito formando un grupo compacto.

11) Sistema de aditivación

Los aditivos serán inyectados directamente en los hidrocarburos, gasolinas y gasóleos en cada isleta de carga. La finalidad de este proceso es dotar a las gasolinas y gasóleos de las características y propiedades fisicoquímicas que exige la legislación vigente. Serán aditivos fiscales, colorantes, antiestáticos, anticongelantes, etc. Existirá una unidad "skid" por cada uno de los aditivos requeridos.

La unidad de aditivos estará compuesta de las siguientes instalaciones:

Bastidor metálico con bancada construido con perfiles laminados común a:

- Depósito(s) de almacenamiento con un único compartimento de capacidad variable, cilíndrico vertical con patas u horizontal, de acero carbono, provisto de soporte de agitador y agitador vertical de hélice, con las diferentes tuberías de entrada y salida, tapa desmontable en su parte superior, totalmente cerrado con un tubo acodado, para ventilación del equipo, con indicador e interruptor de nivel, válvula de seguridad, manómetros, válvulas y accesorios necesarios para su operación.
- Doble conjunto motobomba de alimentación bomba, engranajes, y motor eléctrico antideflagrante (EExd IIA T3), incluye manómetro y válvula auto-reguladora y su correspondiente cuadro eléctrico antideflagrante para funcionamiento y maniobra de conjunto motobomba.
- Tuberías, válvulas y accesorios necesarios para su conexión a las líneas, tanto de carga de depósitos, como del circuito de descarga de las bombas a isletas de carga.

Todo el conjunto estará completamente montado de forma que solo es necesario instalar la unidad y efectuar las conexiones de alimentación, impulsión y retorno.

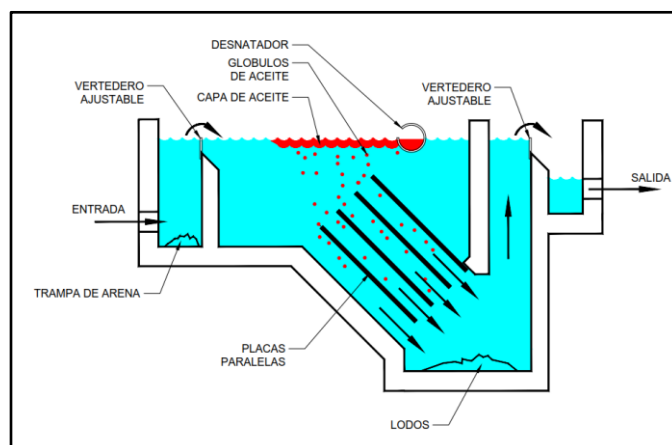
12) Planta de tratamiento API

Considerando que el agua que resulta del almacenamiento y tratamiento de productos petroleros debe ser tratada antes de ser dispuesta, la función de la planta de tratamiento API es lograr que la calidad de aguas vertidas al exterior de las instalaciones esté por debajo de los límites permitidos en la normativa.

El sistema contará con un sistema analizador y de medida de caudal que registrará en tiempo real el contenido en hidrocarburos y el caudal de vertido, no permitiendo la salida si dicho contenido supera los límites prefijados y, por tanto, retornándolo al inicio del tratamiento. Este sistema facilita el control de vertido en tiempo real, además de permitir elaborar las estadísticas semanales, mensuales, anuales con los registros almacenados.

La planta lleva a cabo diversos procesos que requieren de las siguientes instalaciones:

- Balsa de homogenización. Este equipo de la planta será dimensionado a partir de los cálculos pluviométricos de la zona donde se instalará la planta. La capacidad calculada deberá asegurar una retención sin derrames de toda el agua proveniente de precipitaciones punta. La función de esta balsa es recoger y retener hasta su posterior tratamiento las aguas que lleguen a través de la red de aguas hidrocarburadas por gravedad, el agua insuficientemente depurada y las purgas del tanque slop. Cuando la balsa es aérea o semi-enterrada, requiere de un pozo de recogida y bombas para elevar el agua al nivel hasta la balsa.
- La balsa de homogenización dispondrá de un dispositivo llamado skimmer que se encarga de recoger el hidrocarburo flotante, este hidrocarburo extraído se reconducirá por gravedad a la cámara prevista para ello en el separador de placas. Desde esta balsa se conducirá el agua por gravedad a la unidad separadora de placas. En los casos en los cuales esta forma de paso no sea posible se preverá la instalación de bombas verticales de desplazamiento positivo, tipo husillo helicoidal y de baja velocidad para evitar la emulsión de los hidrocarburos en el agua. El nivel de la balsa será constante y estará controlado, ya sea mediante una válvula motorizada automática o por medio del encendido y apagado de las bombas anteriormente mencionadas.
- Separador de placas. En este sistema, el hidrocarburo en suspensión se separa del agua por medio de un proceso de coalescencia y gravedad. El hidrocarburo extraído se conduce mediante el skimmer de embudo a un compartimento lateral.



Esquema del funcionamiento de la planta de tratamiento API

- El hidrocarburo separado y almacenado en el compartimento se envía por bombeo mediante bombas verticales de husillo helicoidal al tanque slop, destinado para almacenar los hidrocarburos extraídos del tratamiento.
- En este compartimento se instalará un transmisor de nivel por ultrasonidos para controlar el arranque y parada automática de las bombas y las alarmas por muy alto nivel. Por otra parte, el separador debe disponer de un sistema de cierre automático por boya que corte la salida del separador al detectar un líquido de densidad inferior a 0,85 Kg/dm³. Con este sistema se impedirá la saturación del fondo de escala del analizador y posteriormente tendrá lugar un periodo de auto limpieza y falta de medición real, también en el de fallo de válvulas motorizadas, así como en caso de derrame del hidrocarburo puro, de producirse de forma accidental en alguna zona de la planta.
- Motobombas de la planta. Las bombas de la balsa de homogenización y el separador de placas serán verticales de husillo helicoidal de velocidad de rotación lo más baja posible, para evitar la emulsión de los hidrocarburos en el agua.

- Skimmer de banda. Se encarga de separar el aceite que se encuentre en la superficie del agua que contenga la balsa de homogenización.



Dispositivo Skimmer

- Analizador de hidrocarburos. La muestra a analizar se tomará de la zona de agua tratada del separador, que de forma automática y continua llegará al equipo de análisis. Este análisis se realizará por la técnica infrarrojos no dispersiva y su resultado se traducirá en una señal analógica 4-20 mA, que, respecto al valor de concentración de hidrocarburos preestablecido, permitirá la salida del efluente o lo retornará a cabecera del tratamiento.
- Tanque slop. En este tanque se almacenará el hidrocarburo separado en el sistema de tratamiento de aguas. A la parte superior de este tanque llega la descarga de las bombas de hidrocarburos, mientras que la salida para carga a camión se efectúa por su parte inferior.
- Disposición de aguas tratadas. Una vez que las aguas llegan a los límites esperados de presencia de hidrocarburos, la planta API permitirá la salida controlada de agua, las cuales serán conducidas a la zona de percolación. Al ser estas aguas las mismas aguas pluviales que posiblemente hayan estado en contacto con hidrocarburos,

se establecerá un sistema de percolación profunda para permitir que las aguas vuelvan a su cauce natural. En caso de que la planta API no consiga los límites establecidos de presencia de hidrocarburos, no permitirá la salida de ningún flujo de agua hasta tanto no se consigan dichos niveles.

13) Sistema de defensa contra incendios (DCI)

El sistema de defensa contra incendios constituye la herramienta destinada a minimizar los daños, una vez que se ha producido cualquier situación de peligro potencial dentro de la planta. El DCI podrá ser activado de manera automática por los sistemas de alarmas o por detección humana de forma manual. Los agentes extintores que dependerán del área serán agua, espuma y gases inertes.

II.2. HOJAS DE SEGURIDAD

Se anexan las hojas de seguridad de los petrolíferos que son sustancias riesgosas que se manejarán dentro de la terminal de almacenamiento y reparto.

A continuación se anexan las hojas de seguridad de Gasolina Magna una de las principales sustancias riesgosas que se manejarán dentro de la TAR.

A continuación se anexan las hojas de seguridad de Gasolina Premium una de las principales sustancias riesgosas que se manejarán dentro de la TAR.

A continuación se anexan las hojas de seguridad de Diesel una de las principales sustancias riesgosas que se manejarán dentro de la TAR.

Por lo cual se tomaron las características de la hoja de seguridad de PEMEX.

Anexo Hojas de seguridad de Gasolina Magna, Premium y Diésel .

II.3. ALMACENAMIENTO

Tanques de almacenamiento

Los tanques están diseñados bajo el código API 650 y cumplirán con lo establecido en el capítulo 9 Diseño y numeral 9.1.1.1 Tanques superficiales de la NOM-006-ASEA-2017. Cada tanque será fabricado con chapas metálicas de acero al carbono soldadas entre sí formando un cilindro vertical, apoyado directamente en el terreno por medio de una chapa de fondo y techo contruados del mismo material, estarán soportados estructuralmente mediante perfiles metálicos estándar.

Además, contarán con un sistema doble de seguridad para asegurar el corte de alimentación en caso de sobrellenado. El diseño será de acuerdo con el producto que almacenará, dependiendo de la sustancia pueden cambiar algunos elementos de diseño. Los tanques estarán equipados con una escalera perimetral helicoidal que permita tener acceso rápido al techo e instalaciones del tanque.

Tabla Distribución de tanques

Listado de recipientes de almacenamiento					
Tipo de recipiente	Código o estándares de construcción	dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1501	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1502	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1503	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)

Listado de recipientes de almacenamiento					
Tipo de recipiente	Código o estándares de construcción	dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
				Paro de emergencia Protección catódica	
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1504	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1505	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)

Listado de recipientes de almacenamiento					
Tipo de recipiente	Código o estándares de construcción	dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
Gasolina Magna T-1506				Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1507	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1508	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)

Listado de recipientes de almacenamiento					
Tipo de recipiente	Código o estándares de construcción	dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1509	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Magna T-1510	API 650 / API 2000	Ø 43m X 18m de altura	22,250	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área suroeste de tanques (dique 1 y 2)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Premium T-1511	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura	Área noroeste de tanques (dique 1)

Listado de recipientes de almacenamiento					
Tipo de recipiente	Código o estándares de construcción	dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
				Paro de emergencia Protección catódica	
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Gasolina Premium T-1512	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área noroeste de tanques (dique 1)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Diésel T-2501	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área sureste de tanques (dique 3)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel	Área sureste de tanques (dique 3)

Listado de recipientes de almacenamiento					
Tipo de recipiente	Código o estándares de construcción	dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
Diésel T-2502				Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Diésel T-2503	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área sureste de tanques (dique 3)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Diésel T-2504	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área sureste de tanques (dique 3)

Listado de recipientes de almacenamiento					
Tipo de recipiente	Código o estándares de construcción	dimensiones	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Diésel T-2505	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área sureste de tanques (dique 3)
Tanque intemperie-cilíndrico vertical Diésel T-2506	API 650 / API 2000	Ø 40m X 18m de altura	17,500	Pantalla flotante Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Área sureste de tanques (dique 3)

Estos tanques estarán dotados de toda la instrumentación y elementos de seguridad correspondientes para asegurar en todo momento su correcta operación, así como evitar posibles derrames por sobrellenado, siendo crítica la instalación de sistemas dobles de seguridad para asegurar el corte de alimentación en caso de sobrellenado.

Contaran con:

- Pantallas flotantes interiores y techos flotantes
- Indicadores de Nivel y alto nivel
- Controladores de nivel
- Indicadores de temperatura
- En todas las medidas de nivel y de muestras e suministrarán e instalarán tapas sonda tipo varec
- Pintura interior y exterior según pg-tq-003
- Tubo tranquilizador
- Suministro y montaje de plataformas escaleras y barandillas según ia-tq-015 / 016 / 017 / 055
- Pletinas para toma de tierra según ia-tq-011
- Soportes anillos tuberías dci y refrigeración según ia-tq-012
- Ventilación de emergencia y ventanas de emergencia
- Suministro y montaje de placa de características según ia-tq-048
- Suministro y montaje tapas de emergencia en entrada de hombre del techo
- Deberá de disponer de un indicador de posición con regleta calibrada

Otros tanques

Adicional también se tendrá un sistema de interfases ligeras que consiste en un tanque de 900 m3 capacidad apropiada, contando con los aditamentos necesarios como los son los controladores de nivel y temperatura, estará localizado en el dique 4.

También se cuenta con un sistema de Interfases pesadas que consiste en un tanque de 900 m3 capacidad apropiada, contando con los aditamentos necesarios como los son los controladores de nivel y temperatura, estará localizado en el dique 4.

Se contara con dos tanques para etanol los cuales tendrán una capacidad de 7,500 m3 contando con los aditamentos necesarios.

Además de lo anterior se tiene contemplado el tener 2 tanques de almacenamiento para agua del sistema contra incendios.

Listado de recipientes de almacenamiento			
Tipo de recipiente	Capacidad máxima de almacenamiento (m³)	Dispositivos de seguridad	Localización dentro de la planta
Tanque interfase ligeras	900	Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Dique 4
Tanque interfase pesadas	900	Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Dique 4
Tanques agua contraincendios	6,280	Por definir	Por definir
Tanque de etanol	7,500-	Indicador de nivel Controlador de nivel Elemento de temperatura Paro de emergencia Protección catódica	Por definir
Tanque de adivinación	8	Por definir	Por definir

II.4. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

De acuerdo con las instalaciones y con los planos generales y de instrumentación de la terminal de almacenamiento y reparto a continuación se enlistan los equipos que se utilizarán durante la operación de la terminal de almacenamiento.

Tabla. Características de equipos principales y auxiliares de la Instalación

Nombre	Características	Capacidad	Tiempo estimado de uso	Dispositivos de seguridad
Filtros				
Filtro partículas Bomba Descarga F-0303/04	3-4 Bar presión de trabajo	3300 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Filtro partículas Bomba Descarga F-0301/02	3-4 Bar presión de trabajo	3300 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Filtro partículas Bomba Descarga F0307/	3-4 Bar presión de trabajo	3300 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Filtro Solidos F-1001 A/B	3-4 Bar presión de trabajo	3300 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Filtro Solidos F-1002-	3-4 Bar presión de trabajo	3300 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Filtro Partículas bomba Cargadero F3001/.../04	3-4 Bar presión de trabajo	2100 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Filtro	3-4 Bar presión de trabajo	900 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un

Partículas bomba Cargadero F-3005/06				20 % de margen de diseño
Filtro Partículas bomba Cargadero F-3007/.../10	3-4 Bar presión de trabajo	1200 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Filtro Partículas bomba Cargadero F_4001/02	3-4 Bar presión de trabajo	25 m³/h	24h/día	El caudal de diseño incluye un 20 % de margen de diseño
Bombas				
Bombas recepción Gasolina Magna B-0301/.../05	5 bar	250 m³/hr	24h/día	
Bombas recepción Gasolina Premium B-0309	5 bar	250 m³/hr	24h/día	
Bombas recepción Gasolina Diésel B-0306/07/08	5 bar	250 m³/hr	24h/día	
Bombas cargadero Gasolina Magna B-3001/.../14	5 bar	250 m³/hr	24h/día	
Bombas cargadero Gasolina Premium B-3015/16/17	5 bar	250 m³/hr	24h/día	
Bombas cargadero Diésel B-3018/.../24	5 bar	250 m³/hr	24h/día	

Deposito drenajes descarga de camiones B-3502 A/B	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	
Deposito drenajes Tanques Bombas Cargaderos B-3501 A/B	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	
Deposito drenajes Cargadero camiones B-3503 A/B	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	
Deposito devolución de gasolinas B-4001 A/B	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	
Deposito devolución de Diésel B-4002 A/B	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	
Bombas principales agua contra incendios 201/A/B/C	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	
Bombas Jockey agua contra incendios B-A-202/A/B	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	
Bombas reinyección B-6501/ B6502	5 bar	25 m ³ /hr	24h/día	

II.5. PUEBAS DE VERIFICACIÓN

Los tanques de almacenamiento y sus materiales cumplirán con los estándares de las normas ASTM y ASME, así como los códigos API y deberán venir certificados. Las pruebas de verificación al sistema contra incendio son las siguientes: Deben realizarse pruebas en el sistema de distribución de agua y espuma para determinar la tasa de flujo y presión disponibles para propósitos de combate de incendios:

- a) A las tuberías de agua y espuma deben realizarse las pruebas hidrostáticas y firmarse los certificados de prueba y materiales del sistema y sus componentes contra incendio;
- b) La tubería, desde el suministro de agua hasta el anillo de agua y/o espuma contra incendio, debe lavarse por completo antes de realizar la conexión al equipo que protegerá;
- c) Toda la tubería y accesorios deben probarse hidrostáticamente a 14 kilogramos por centímetro cuadrado (200 lbs/pulg²) o 3.5 kg/cm² cuadrado (50 lbs/pulg²) por encima de la presión de trabajo del sistema, lo que sea mayor, y debe mantenerse esa presión con una tolerancia de ± 0.35 kg/cm² (5 lbs/pulg²) por 2 h;
- d) Cada hidrante debe probarse con la presión de agua del sistema en posición totalmente abierto y totalmente cerrado;
- e) Todas las válvulas de control deben probarse con la presión de agua del sistema abriendo y cerrando totalmente para asegurar su operación apropiada;
- f) Las bombas de agua contra incendio deben ser verificadas en sus características de operación con pruebas de presión y flujo;
- g) Prueba de operación del sistema proporcionador de espuma contra incendio, verificando su flujo, y
- h) Prueba de operación del sistema de rociadores contra incendio, verificando su flujo y aplicación de enfriamiento.

En el almacenamiento de gasolinas y Diesel se deberán seguir los lineamiento y verificaciones que obliga la NOM-006-ASEA-2017 "Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo."

Todas las tuberías de acero soldadas durante la etapa de Construcción, previo a la aplicación de protección anticorrosiva y de su puesta en Operación, deben contar con sus reportes de verificación radiográfica y su certificado de prueba hidrostática ambos con resultados satisfactorios.

Se deben aplicar las pruebas destructivas y/o no destructivas por inspector certificado, como lo son de radiografiado de soldaduras, identificación positiva de materiales, corrientes Eddy, medición ultrasónica de espesores, pruebas de dureza, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, pruebas hidrostáticas o neumáticas aplicación a equipo estático, dinámico, circuitos de tubería, civil y recipientes de Almacenamiento.

Una vez concluidas las pruebas Pre-operativas o empacados los sistemas de Almacenamiento con Petrolíferos, deben realizarse pruebas de tipo dinámico a todos los equipos de bombeo del sistema de Almacenamiento, con objeto de verificar las especificaciones de potencia, capacidad de flujo, presiones y demás parámetros nominales que los caracterizan. Para estas pruebas también deben especificarse por escrito los incisos anteriores y debe llevarse un control de las pruebas y de los resultados obtenidos de las mismas en la bitácora de operaciones del sistema de Almacenamiento.

Todos los tanques verticales durante su vida útil en Operación deben retirarse de operación periódicamente para realizarles el Mantenimiento, verificación y pruebas de hermeticidad que requieren los estándares API 650.

Para los tanques verticales que sean construidos en taller o en campo, deben realizarse todas las pruebas No Destructivas necesarias en las uniones de soldadura de sus placas, antes de su puesta en servicio.

Se debe someter a revisión y pruebas los brazos de carga y las mangueras, y dependiendo del resultado de éstas, sustituirlas conforme a la vida útil recomendada por el fabricante; a nivel nacional y/o internacional, referidos en el contenido de la presente Norma Oficial Mexicana.

Se debe realizar la medición, pruebas, verificación y mantenimiento anual de la red de tierras, sus conexiones, pozos de tierra.

En los diques de contención, se deben realizar inspecciones visuales periódicas y pruebas de hermeticidad de lozas de piso y juntas verticales de muros, así como el sellado de juntas en el paso de tuberías.

Las verificaciones en el Diseño, Construcción y Operación serán llevadas a cabo por Unidades de Verificación específicas en la materia y avaladas por la Entidad Mexicana de Acreditación.

Previo a la aplicación del recubrimiento anticorrosivo se debe preparar la superficie del sustrato, e inmediatamente continuar con la aplicación del recubrimiento anticorrosivo, para evitar la contaminación por la humedad atmosférica, cumplimiento con lo indicado en el ISO-8504 vigente, equivalente o aquel que lo sustituya.

Para esta etapa el recubrimiento anticorrosivo debe ser revisado y en caso de existir defectos y/o daños, realizar las reparaciones correspondientes, siguiendo el procedimiento de preparación de superficie y aplicación del recubrimiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

De acuerdo con las condiciones del ambiente y lugar (suelo, agua y nivel freático), donde se instale la instalación terrestre de almacenamiento, los sistemas de protección anticorrosiva autoimprimantes, deben cumplir con los requisitos que se establecen en la norma ISO 12944-5 vigente, equivalente o aquel que lo sustituya.

Así mismo de anexa el procedimiento para la inspección radiográfica, para pruebas ultrasónicas e hidrostáticas y protección anticorrosivo

III. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Las condiciones de operación de bombeo para los sistemas de llenado y descarga de productos serán de aproximadamente de 2.5 kgf/cm²

En lo referente al almacenamiento de combustible, los tanques (de Gasolina Magna, de Diésel y de Gasolina Premium) con los que contara la Terminal de Almacenamiento y Reparto “El Rosal” se diseñó bajo los siguientes parámetros de flujo, presión y temperatura para cada una de las líneas con las que contara el proyecto:

	Flujo Volumétrico (m ³ /h)	Flujo Volumétrico máximo (m ³ /h)	Temperatura de operación (°C)	Presión de operación (Bar)	Flujo másico (kg/h)
Líneas, 1-8	50.34	50.34	35	2.5	35238-43292

Líneas, 9-16	165.6	165.6	35	2.5	115920-129168
Líneas, 17-22	30	30	35	0.5-3	24600-25800
Líneas, 23-31	750	3500	35	0.1-4	525000- 2730000
Líneas 37-50	250-1250	1250	35	3	175000- 975000

III.1. ESPECIFICACIÓN DEL CUARTO DE CONTROL.

El cuarto de control será un recinto específico para alojar los equipos de control, los servidores de aplicación, los equipos SFI y las estaciones de trabajo para el monitoreo y control de todas las operaciones de la TAR, contará con espacios amplios, ventilados e iluminados con la capacidad de alojar al personal que se encargará del monitoreo de los equipos del cuarto de control.

Cuarto de control

Especificación del cuarto de control

La Terminal contará con un Cuarto de Control que contará con el sistema de notificación de alarmas (PLC), desde donde se tendrá monitoreado y detonará plan de emergencia; desde ahí se podrá monitorear toda la Terminal, el sistema de contraincendios, sistemas de detección de derrames y fuego y estaciones manuales de emergencia.

Actividades Cuarto de control

- Monitorear el circuito cerrado de televisión (CCTV) del proceso de almacenamiento.
- Coordinar el Plan y los esfuerzos en caso de una emergencia.
- Monitoreo de instrumentación y control de la terminal.
- Control Sistema ESD (paro por emergencia, detección de derrames y fuego)
- Monitorear el desempeño de la terminal.

La comunicación será realizada por medio de radio intrínseco los cuales cuentan con 3 canales de comunicación, tripulación, vigilancia y operaciones.

En esta área se cuenta con:

- Red de circuito cerrado de televisión (CCTV) del proceso de almacenamiento.
- Control Sistema ESD (paro por emergencia, detección de gas y fuego).
- Red telefónica.
- Computadora e Internet para estar en comunicación con todos los departamentos.
- Control de accesos de material peligroso del área de estacionamiento de pipas para acceder a vías.

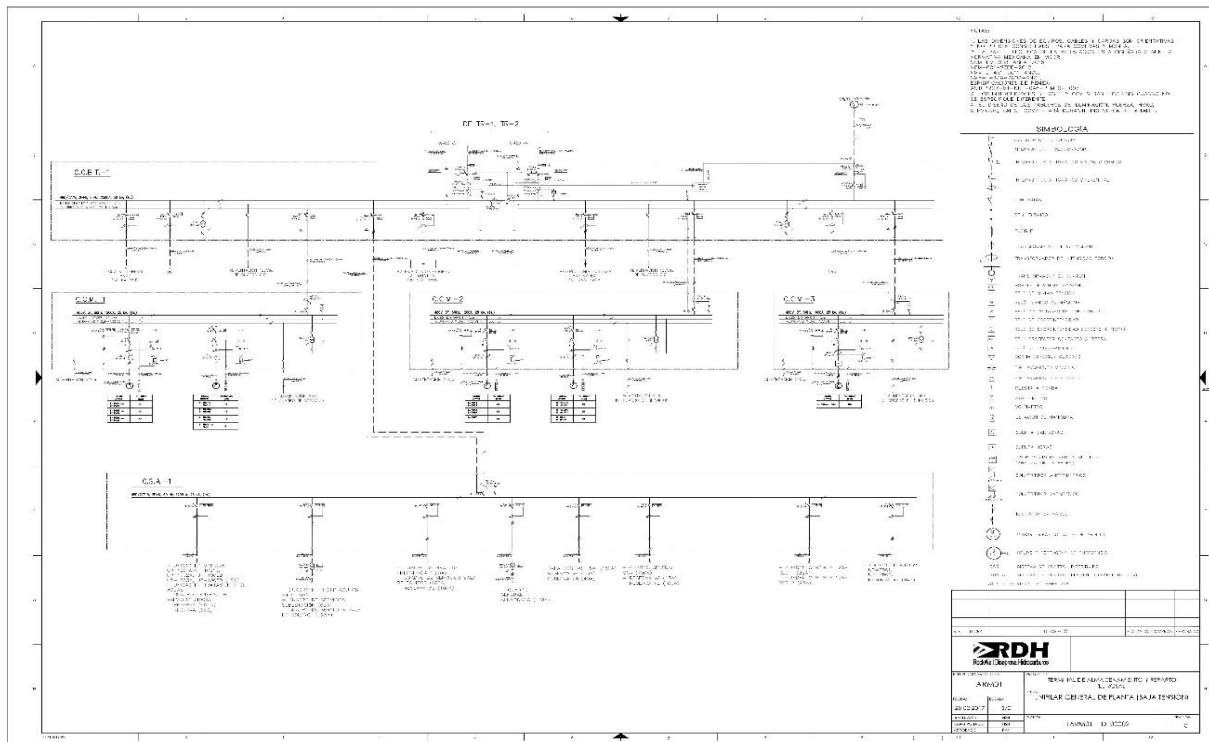


Diagrama unifilar de la TAR

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Esta es una de las secciones más importantes del Estudio de Riesgo Ambiental ya que permite determinar los radios de afectación a causa de un accidente.

III.2. SISTEMAS DE AISLAMIENTO.

Como sistemas de aislamiento en la Terminal de Almacenamiento El Rosal, los tanques de almacenamiento de hidrocarburos estarán contenidos dentro de diques de contención de concreto reforzado y pavimentos de concreto impermeable.

Cada dique contará con acceso peatonal hacia su interior, drenaje aceitoso y pluvial y en caso de requerirse, escaleras para operación y mantenimiento de válvulas y cruce de tuberías a base de estructura metálica con rejilla electro forjada con pasamanos.

El dique será diseñado para contener 1.2 veces el volumen del tanque de mayor capacidad cuando es compartido por otros tanques más el volumen que los otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el dique por la parte interior incluyendo soportes de tubería, tuberías, válvulas, muretes intermedios, etc.

La altura del dique estará definida de acuerdo a los criterios anteriores y en caso de pasar la altura de 1.8m medidos desde el interior del dique se tomarán las medidas necesarias para permitir la operación normal de las válvulas mediante pasarelas y extensión de vástagos para su operación.

El dique contendrá en su interior muretes intermedios entre tanques de almacenamiento no menores de 0.45 m de altura.

Para el cruce de tuberías entre diques serán considerados emboquillados, sellando el claro alrededor de las tuberías, así como de las juntas de unión o de expansión en el caso de muros de contención, con materiales resistentes al efecto de los Hidrocarburos y al fuego.

Las juntas de expansión serán de lámina de acero inoxidable u otro material con la capacidad suficiente para absorber las contracciones o expansiones térmicas de la pared del dique y la degradación por el Petrolífero.

La canalización del cableado eléctrico, incluyendo el de instrumentación y control, que se localice en el interior de los diques de contención, será subterráneo (encofrado en concreto). No se utilizará como soporte para este tipo de canalizaciones, los soportes de

tuberías de los Petrolíferos y de contra incendio, ni cruzará a través del muro del dique de contención u obstruirá el paso de personal.

IV.1. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.

Explosión e incendio en un tanque de almacenamiento en Glenpool, Oklahoma (07 de abril de 2003), Pipeline Accident Report, National Transportation Safety Board NTSB/PAR-04-02, Washington DC.

El día 27 de abril de 2003, aproximadamente a las 20:55 horas (tiempo local) un tanque de almacenamiento con capacidad de 80,000 barriles de gasolina perteneciente a la compañía Conoco Phillips explotó y se incendió cuando estaba siendo llenado con diésel. El tanque 11, previamente había contenido gasolina, la cual había sido removida previamente al inicio de las operaciones del día en cuestión. El tanque contenía entre 7,397 7,600 barriles de diésel al momento de la explosión.

Lo anterior dio como resultado a que el incendio se extendiera durante 21 horas dañando adicionalmente 2 tanques contiguos. La National Transportation Safety Board, determinó que la ignición se debió una descarga de electricidad estática provocada por una maniobra incorrecta en la operación de los tanques, aunado a que en ese instante existía una mezcla explosiva en el interior de éste.

El siniestro se inició sobre las 08.15 horas del día 14 de agosto de 2003 en un tanque de gasolina de la Unidad 100, que acabó afectando otros seis tanques más que, almacenaban unos 8.600 metros cúbicos de gasolina durante las más de 48 horas. La misma tarde del jueves, a las 20.30 horas, el colapso de uno de los tanques provocó una nueva nube de fuego, que reaviva el peligro. Asimismo, el día 15 a las 07.00 horas, se descubrió una fisura en la cubeta donde se encontraban instalados los tanques de gasolina. El accidente provocó la constitución de un Comité de Crisis, que puso en marcha un importante despliegue de medidas y de medios. Activándose inmediatamente el Plan de Emergencia Interior, planteándose en algún momento la implementación del Plan de

Emergencia Exterior, que contemplaba la evacuación de la población. Durante los dos días que tardó en apagarse el incendio actuaron los efectivos del propio Complejo Petroquímico, de Emergencia Ciudad Real, especialistas provenientes de las refinerías de Bilbao, Cartagena, La Coruña y Tarragona, efectivos de la Policía Local, Nacional, Cruz Roja, Protección Civil y bomberos de Madrid y Murcia, además de especialistas de la empresa británica William Fire. A lo largo de la jornada del 14 de agosto de 2003 acudieron a Puertollano y permanecieron durante toda la noche siguiente el entonces ministro de Trabajo, Eduardo Zaplana, el que era presidente regional, José Bono, el ex vicepresidente y hoy presidente de Castilla La Mancha, José María Barreda, y el presidente de Repsol-YPF, Alfonso Cortina.

El 11 de diciembre del 2005 a las 6:03 de la mañana una serie de explosiones provocaron incendios que arrasaron el almacenamiento de combustible de Buncefield Hemel Hempstead a 40 km de Londres. El almacenamiento operado por Total y Texaco suministraba combustible en el aeropuerto de Heathrow y otras instalaciones importantes de la zona. De acuerdo con el informe que dio a conocer Lord Newton de Braintree, presidente del Comité de investigación de Buncefield, uno de los tanques de almacenaje se desbordó, pero ni los trabajadores, ni el sistema de alarma detectaron un nivel alto de vapor de combustible. El depósito quedó desbordándose más de cuarenta minutos antes de que se produjeran las explosiones.

El subdirector del departamento de bomberos encabezó un equipo que incluyó bomberos de la industria del combustible, expertos técnicos, gerentes locales, oficiales de bomberos y otras autoridades de Hertfordshire. Este equipo decidió abordar el incendio en cuatro fases.

La fase uno de la operación trabajó sobre los incendios de la frontera y los depósitos periféricos, mientras tanto se continuaría suministrando una cortina de agua para proteger los depósitos que se encontraban intactos. Tres fases trabajaron progresivamente a través de los tanques a la vez que mantendrían los mantos de espuma arrojados con anterioridad. El ataque movilizó depósito por depósito, siendo las llamas del depósito principal siempre las últimas en ser abordadas. El plan también fue siempre lo suficientemente flexible para tratar el fuego en los muros de contención, algún nuevo foco

de incendio, derrumbes de depósitos, y el descubrimiento de llamas alimentadas por presión una vez que el fuego en los depósitos fue extinguido.

IV.2. METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.

Para el presente estudio se utilizará para la elaboración de riesgos a los procesos, la metodología What-If, esto es debido a que para la implementación de un estudio HAZOP y FMEA se requiere de información detallada sobre el proyecto (ver tabla de información mínima requerida para la realización de estudios HAZOP Y FMEA), con la cual no se cuenta en estos momentos debido a que dicho proyecto se encuentra en su fase de diseño conceptual (ver tabla de información mínima requerida para la realización de estudios HAZOP Y FMEA), es por ello que se ha decidido emplear una metodología cualitativa contemplada con una matriz de jerarquización de riesgos como lo es What-If jerarquizado.

Requerimientos mínimos necesarios para el desarrollo de estudios HAZOP y FMEA

Información mínima requerida para la realización de un estudio HAZOP	Información mínima requerida para la realización de un estudio FMEA
Descripciones de la instalación y del proceso.	Definición y delimitación del sistema a analizar (fronteras).
Planos de los edificios, de las elevaciones y de la distribución en planta	Definición de las funciones y capacidades del sistema.
Diagramas de bloque de los procesos, de los sistemas auxiliares y del área de operación.	Descripción de los modos de operación del sistema.
Diagramas de flujo del proceso.	Creación de subsistemas para facilitar el análisis del manejo de la información.

Listado con los tipos y las cantidades de materias primas, productos intermedios y de productos finales.	Revisión de los diagramas de proceso e instrumentación del sistema para la determinación de las interrelaciones entre los subsistemas (los cuales se pueden representar mediante diagramas de bloques).
Estimaciones de costo de reemplazo para las áreas que contienen equipos mayores	Preparación de listas con de todos los componentes del sistema y/o subsistema.
Estimaciones de modos de operación alternos y de pérdidas de producción por día para cada área.	Descripción de las condiciones ambientales y operacionales a los que están sometidos los sistemas. Esto es para determinar los posibles efectos adversos que se pudieran generar por las condiciones de trabajo a los que se ven sometidos los componentes del sistema.
Listado con las cantidades y la ubicación de los inventarios de productos inflamables, tóxicos y reactivos.	
Procedimientos operativos normales y de emergencia.	
Reportes con el historial de accidentes/incidentes que han ocurrido en la instalación en los últimos años.	
Programas de mantenimiento preventivo y de prueba de instrumentos y equipos	
Frecuencia y duración de los paros programados y no programados del proceso en los últimos años	
Distribución del personal por turno.	

Un estudio de riesgo desarrollado con una metodología What-If con una matriz de jerarquización, permite la identificación y evaluación de todas aquellas consecuencias adversas, en lo referente a los impactos humanos, económicos y ambientales, de una forma clara y con un nivel de detalle aceptable (Guidelines Hazard Evaluation Procedures

1985, CCPS), permitiendo niveles creativos importantes en el desarrollo del estudio, así mismo, dicha técnica permite la combinación e inclusión de diversas formas de riesgos y fallas.

Aunado a lo anteriormente expuesto, la técnica a implementarse permite la revisión de una amplia gama de riesgos, permitiendo así incrementar la relación costo-efectividad dentro del proyecto mediante una identificación temprana, dentro de la etapa del diseño, de posibles eventos o desviaciones en un proyecto en particular, otorgando una flexibilidad importante en el desarrollo de los cambios requeridos para la minimización y mitigación de la ocurrencia de eventos no deseados dentro de la planta de proceso (mediante una revisión exhaustiva dentro del diseño conceptual del proyecto).

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA WHAT-IF JERARQUIZADO

El análisis What If (¿Qué pasa sí?) identifica, peligros, situaciones peligrosas y eventos de accidentes con consecuencias no deseadas (CCPS, 1992). La técnica ¿Qué pasa sí?

Considera las desviaciones desde el diseño, la construcción, modificación y operación de un proceso o de las instalaciones. Esta técnica es aplicable en cualquier etapa o ciclo dentro de un proceso y/o servicio.

DESCRIPCIÓN

La metodología ¿Qué pasa sí?, es un proceso creativo, el cual implica una lluvia de ideas, en lo referente a la examinación y revisión del proceso y/u operación, mediante la formulación de preguntas respuestas por parte de personal experimentado y con un amplio conocimiento del proceso y/o servicio. A través de las preguntas, el grupo de trabajo genera una tabla de posibles eventos (accidentes) y sus posibles: consecuencias, sistemas de seguridad, y mitigación, pero los accidentes no son evaluados ni jerarquizados.

ANÁLISIS

Antes de establecer el alcance del análisis, se debe comenzar a desarrollar con una descripción del proceso incluyendo: el equipamiento, los procedimientos y todas las acciones precautorias de seguridad que serán tomadas por los miembros de la organización en la operación o desarrollo de las acciones productivas. Las preguntas que se realicen en las reuniones deberán ir direccionadas hacia condiciones anormales de operación dentro de las instalaciones y no solamente se debe limitar a las variaciones del proceso o a la falla de componentes. Las preguntas se deberán organizar por áreas de interés, como, por ejemplo: seguridad, electricidad, protección contra incendio, entre otros. En este intercambio de ideas dentro del grupo de especialistas deberá ser una interlocución dinámica en la que intervengan todos los miembros del equipo emitiendo sus consideraciones en cuanto a las consecuencias potenciales y soluciones posibles de los eventos analizados por el equipo.

DESARROLLO

En la ejecución del estudio se va desarrollando una tabla narrativa en donde se van plasmando las preguntas y las respuestas, los posibles escenarios, sus consecuencias y sus posibles mitigaciones. Generalmente se utilizan 6 columnas (ver tabla base): en la primera se plasma la pregunta de interés relacionada con alguna condición anormal del sistema, en la segunda se colocan las posibles consecuencias toda vez que ocurra el evento antes mencionado, en la tercera se hace mención sobre la categoría del evento (ver tabla de categorías) en la cuarta se clasifica el evento de acuerdo a su severidad (ver tabla de jerarquías) y en la quinta columna se plasman las salvaguardas con que cuenta la instalación para mitigar o evitar el riesgo identificado y en la sexta columna se reserva exclusivamente para emitir las recomendaciones pertinentes o para la realización de comentarios y/o información adicional sobre el evento analizado.

CAUSA DE FALLA O MECANISMO DE FALLA

Las posibles fallas de los mecanismos utilizados dentro de este tipo de estudios (corrosión, erosión, fatiga, etc.) producen a su vez, diferentes modos de falla en el sistema, siendo importante relacionar el subsistema o componente con los demás sistemas que se encuentra dentro del campo de acción. Dentro de las causas de fallas más comunes podemos encontrar:

- 1) Fallas de diseño
- 2) Fallas de debilidad o fatiga
- 3) Fallas de manufactura
- 4) Fallas debido a la edad del componente
- 5) Fallas debidas al uso incorrecto
- 6) Fallas debidas al manejo incorrecto
- 7) Fallas debido a las condiciones ambientales y operacionales

Tablas. Resumen de frecuencias y criterios de ocurrencia

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		Cualitativo
Alta	F4	$> 10^{-1}$	> 1 en 10 años	Se ha presentado o se puede presentar en los próximos 10 años.
Media	F3	$10^{-1} - 10^{-2}$	1 – 100 años	Puede ocurrir una vez al menos en la vida útil de la instalación.
Baja	F2	$10^{-2} - 10^{-3}$	100 – 1000 años	Concebible: nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero ha ocurrido probablemente en una instalación similar.
Remota	F1	$> 10^{-3}$	> 1 en 1000 años	No se considera posible.

Así mismo, a continuación, se presentan los criterios utilizados, mediante la utilización de tablas descriptivas para definir las consecuencias como las frecuencias, en cuestión

TABLA. TIPO DE EVENTO Y CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Afectación a las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y la salud pública	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública	Evacuación, lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos.	Evacuación; lesionados; una o más fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos.
Seguridad y salud del personal y proveedor y/o contratista	Sin lesiones; primeros auxilios	Atención Médica, lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles.	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; Incapacidad parcial o total permanentes.
Afectación al ambiente				
Efectos en el Centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire.	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por: fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas evacuación del personal.
Efectos fuera del Centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos; daño significativo a largo plazo de la flora y fauna ó repetición de eventos mayores.

TABLA. TIPO DE EVENTO Y CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Descargas y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las Autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.
Pérdida de producción, daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos de 2 a 4 semanas de paro.	Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos y más de un mes de paro.	Daños a propiedades o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da una alerta por parte de las autoridades	Multas significativas, suspensión de actividades	Multa mayor, proceso judicial
Daños en propiedad de terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
Afectación a la imagen				
Atención de los medios al evento	Difusión menor del evento, prensa y radios locales.	Difusión local significativa; entrevistas, TV local.	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros

TABLA. FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
Controles de ingeniería				
Barreras de Protección (a)	Dos o más sistemas pasivos de seguridad independientes entre sí. Los sistemas son confiables; no requieren intervención del personal o de fuentes de energía.	Dos o más sistemas, al menos uno de ellos pasivo. Todos son confiables.	Uno o dos sistemas activos y complejos. La confiabilidad de los sistemas, pueden tener fallas de causa común; que de ocurrir puede afectar a los sistemas.	Ningún sistema o uno activo y complejo; poco confiable
Pruebas (Interruptor, integridad mecánica y sistemas de emergencia)	Protocolos de prueba bien documentados; función verificada completamente; buenos resultados; fallas raras.	Pruebas regulares; la verificación de funcionamiento puede estar incompleta; los problemas no son comunes.	No se prueban a menudo; se registran problemas, algunas pruebas programadas no son realizadas	No están definidas; no se realizan ó no se aprecia su importancia.
Antecedentes de accidentes e incidentes	No se registran accidentes graves, muy pocos incidentes y todos menores. Cuando se presentan, la respuesta es con acciones correctivas rápidas	No se presentan accidentes o incidentes graves. Se dan Algunos accidentes/incidentes menores. Las causas raíz han sido identificadas y las lecciones son capitalizadas.	Un accidente o incidente menor. Sus causas no fueron totalmente entendidas. Hay dudas de si las medidas correctivas fueron las correctas.	Muchos incidentes y/o accidentes. No se investigan y registran. Las lecciones no son aprendidas.
Experiencia operacional	Los procesos son bien entendidos. Rara vez se rebasan los límites de operación y cuando esto ocurre, se toman acciones	Rara vez se rebasan los límites de operación. Cuando esto ocurre, las causas son entendidas. Las acciones correctivas resultan efectivas	Transitorios operacionales menores, no son analizados o	Transitorios rutinarios, no son analizados ni explicados. Sus

TABLA. FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
	inmediatas para volver a condiciones normales.		no se toman acciones para su control. Transitorios serios, son atendidos y eventualmente resueltos.	causas no son bien entendidas.
Administración de Cambios	El proceso es estable, los peligros potenciales son entendidos. La información para operar dentro de los límites y condiciones seguras, siempre está disponible.	El número de cambios es razonable. Puede haber nuevas tecnologías, sobre las que se tenga alguna incertidumbre. Buenos análisis de riesgos de los procesos.	Cambios rápidos ó aparición de nuevas tecnologías. Los análisis de riesgos de los procesos son superficiales. Incertidumbre sobre los límites de operación.	Cambios frecuentes. Tecnología cambiante. Análisis de riesgos incompletos o de pobre contenido técnico. Se aprende sobre la marcha.
Factores humanos				
Entrenamiento y procedimientos	Instrucciones operativas claras y precisas. Disciplina para cumplirlas. Los errores son señalados y corregidos en forma inmediata. Reentrenamiento rutinario, incluye operaciones normales, transitorias operacionales y de respuesta a emergencias. Todas las contingencias consideradas.	Las instrucciones operativas críticas son adecuadas. Otras instrucciones operativas tienen errores o debilidades menores. Auditorias y revisiones rutinarias. El personal esta familiarizado con la aplicación de los procedimientos.	Existen instrucciones operativas. Estas instrucciones no son revisadas ni actualizadas de forma regular. Entrenamiento deficiente sobre los procedimientos para la respuesta a emergencias.	Las instrucciones operativas se consideran innecesarias; el “entrenamiento” se da por Las instrucciones operativas se consideran innecesarias; el “entrenamiento” se da por
Habilidades y desempeño de operadores, personal de mantenimiento, supervisores	Múltiples operadores con experiencia en todos los turnos. El trabajo o aburrimiento no son excesivos. Nivel de estrés óptimo. Personal bien calificado. Clara dedicación y compromiso con	El personal nuevo nunca está solo en cualquier turno. Fatiga ocasional. Algo de aburrimiento. El personal sabe que hacer de acuerdo con sus calificaciones y sus limitaciones. Respeto por los	Posible turno donde el personal es novato o sin mucha experiencia., pero no es muy común que esto ocurra. Períodos cortos de fatiga y	Alta rotación de personal. Uno o más turnos con personal sin experiencia. Exceso de horas de

TABLA. FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Factores	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
y proveedores y/o contratistas	su trabajo. Personal sin capacidades disminuidas. Los riesgos son claramente comprendidos y evaluados.	riesgos identificados en los procesos.	aburrimiento para el personal. No se espera que el personal razone. El personal asume ideas más allá de sus conocimientos. Nadie comprende los riesgos.	trabajo, la fatiga es común. Programas de trabajo agobiantes. Moral baja. Trabajos realizados por personal con poca habilidad. Los alcances del trabajo no están definidos. No existe conciencia de los riesgos

(a) Pasivas: No requieren acciones del personal ni dependen para su operación de alguna fuente de energía

(b) Activas: Involucran la intervención del personal o dependen de alguna fuente de energía

JERARQUIZACIÓN DE EVENTOS

Como se mencionó con anterioridad, la asignación de probabilidades de falla de los subsistemas o sistemas analizados resulta una acción primordial, ya que dicha potabilización permite la jerarquización de eventos para la determinación de radios de afectación a través de modelos matemáticos de simulación, facilitando el trabajo del analista. En muchos casos resulta efectivo la asignación de probabilidades a cada uno de los eventos, Una vez que se han identificado los eventos posibles, dentro de la metodología utilizada, se procede a la construcción de una matriz de riesgos en la cual se procederá a la ubicación de los escenarios de acuerdo a su categoría y a su jerarquía debiendo quedar la matriz de la siguiente forma:

Figura. Ejemplo de Matriz riesgo

FRECUENCIA	Alta F4	B	B	A	A
	Media F3	C	B	B	A
	Baja F2	D	C	B	A
	Remota F1	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
CLASIFICACIÓN SEGÚN LA SEVERIDAD					

Tipo A – Riesgo intolerable

El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por

medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días.

Tipo B – Riesgo indeseable

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

Tipo C – Riesgo aceptable con controles

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

Tipo D – Riesgo razonablemente aceptable

El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas. Cabe destacar, que dentro de cada una de las casillas se irán vaciando la cantidad de eventos que correspondan, toda vez que ya se hayan ubicado los eventos analizados en la zona correspondiente, interceptando los rubros de severidad y probabilidad de ocurrencia. Lo anterior es con la intención de observar la cantidad de eventos que se ubican dentro de las diferentes zonas de riesgo, con la finalidad de identificar y detallar las posibles fallas que recaen en la zona de alto riesgo para su posterior análisis. Una vez identificados los eventos y/o fallas dentro de la zona de alto riesgo se procede a detallar de una forma breve dichos eventos y sus posibles consecuencias con el objetivo de tener una visión más amplia de los posibles escenarios que pudieran presentarse (consecuencias) y las posibles acciones correctivas a considerar para la prevención y/o mitigación del riesgo asociado.

Tabla base para el desarrollo de un estudio What If Jerarquizado

No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES

C = Consecuencia

F = Frecuencia

AR = Aceptación del riesgo (Tipo A, B, C ó D)

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Dentro del análisis y evaluación de riesgos de la Nueva Terminal de Almacenamiento y Reparto El Rosal, se consideran diversos eventos, cabe destacar que la probabilidad de ocurrencia de dichos eventos resulta ser poco probables debido a los sistemas de seguridad a implementarse, y a los procedimientos de seguridad que serán incorporados a la operación de las instalaciones, pero se encuentran enmarcados dentro de lo posible. De igual forma, se revisó la información equipamiento, los procedimientos y todas las acciones precautorias de seguridad tomadas los miembros de la organización, siendo importante mencionar que tales revisiones se realizaron en reuniones participativas en las que intervinieron: el personal especialista de la empresa y los especialistas responsables de la elaboración del estudio. En las reuniones intervinieron todos los miembros mediante un proceso dinámico en el cual se emitieron las consideraciones respectivas en cuanto la ocurrencia selección y jerarquización de los posibles eventos que pudieran suscitarse en la operación de la Terminal de Almacenamiento y Reparto de El Rosal, así como las consecuencias potenciales y mitigación de las posibles consecuencias de los eventos analizados por el equipo. A continuación, se desarrolla a detalle y de manera objetiva los posibles escenarios que pudieran presentarse a través de la vida útil de la planta. Dichos eventos fueron analizados mediante un grupo multidisciplinarios como los fueron los especialistas encargados de la realización y diseño del proyecto en cuestión.

Componentes analizados:

No se llevara a cabo un análisis de carrotanques puesto que dentro del proyecto de la Terminal de Almacenamiento y Reparto “El Rosal” no se contempla la llegada de producto ni el reparto por este medio ya que no contara con espuelas, en una primera etapa se realizara la recepción por medio de autotanques y se tiene contemplado en el diseño la recepción por medio de poliductos, sin embargo esta última no ha sido aprobada todavía.

1. Línea de recibo de producto: Transporte de los combustibles hasta la terminal.
2. Tanques de almacenamiento
3. Autotanques

No.	¿QUÉ PASA SÍ?	CONSECUENCIAS	C	F	AR	SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES
1. LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS GASOLINAS							
NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
1	El acero usado en las tuberías de conducción de combustible no tiene las especificaciones/calidades necesarias para la operación de la planta	El material cedería ante el desgaste o corrosión causando una fuga de gasolina que puede ir desde los 2 m ³ hasta los 5 m ³ antes de accionar el paro de emergencia	3	2	B	Tuberías con estándar ASME B31.1 como lo indica la NOM-006-ASEA-2017 Controles automáticos de presión y flujo Paro automáticos	Utilizar materiales avalados por un proveedor reconocido y que cuenten con certificados de calidad de los materiales Realizar inspecciones visuales periódicamente en las líneas de productos para identificar posibles fugas Contar con programa de mantenimiento
2	Al instalar las tuberías un error de la soldadura transversal deja un mal cordón de soldadura entre líneas.	Una mala soldadura puede corroerse o albergar microorganismos que desgasten el material y causan picaduras en la tubería	2	2	C	Realizar inspecciones radiográficas a las tuberías	Programa de revisión e inspección de líneas de tubería y ductos
3	Existiera corrosión galvánica en las conexiones de la tubería por una diferencia de	Habría corrosión por agrietamiento lo	3	1	C	Protección catódica con protección	Mantenimiento del sistema de protección

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
	materiales en la tubería y conexiones	que fracturaría ese tramo de línea y causaría derrame de gasolina				electrónica galvánica	electrónica galvánica
4	Si durante la operación de la terminal se cerrara una válvula y esto ocasionara un Golpe de ariete que rompe el ducto	Habría una detonación de la línea por la sobrepresión ejercida dentro de ella que dañaría al personal cercano y además ocasionaría un derrame de gasolina	3	2	B	Usar válvulas antirretornos en aquellas áreas propensas a recibir el golpe de ariete, especialmente tramos largos o de alta velocidad del fluido	Cerrar gradualmente las válvulas, mientras mayor sea la longitud de la línea más lento es el proceso de cerrado
5	Existiera corrosión externa de la tubería de conducción del producto dentro de la planta	Habría un derrame de gasolina de 5 a 20m ³ dependiendo de la atención de la emergencia	3	2	B	Aislamiento de todos los vástagos de válvulas y evitar huecos o juntas sin sellar Recubrimiento de tuberías Protección catódica con ánodos de sacrificio	Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
6	Existiera corrosión interna de la tubería provocada por humedad en el producto en la línea de conducción dentro de la planta	Habría un derrame de gasolina de 5 a 20m ³ dependiendo de la atención de la emergencia	2	2	C	La tubería cuenta con un control de calidad Certificados de calidad de tuberías Válvulas de cierre automático Paro de emergencia	Realizar muestreo de combustible en la recepción para determinar el contenido de humedad
7	Qué pasa si la tubería o línea de conducción recibiera un golpe físico que la deformara y rompiera.	Se produciría el derrame de gasolina que se volatilizaría y generaría vapores inflamables	3	2	B	Señalamiento de tuberías	Hacer cheques periódicos e las líneas de tubería y los manómetros para detectar caídas de presión que puedan ser fugas de gasolina
8	Qué pasa si existe robo de combustible en la línea del poliducto que suministra combustible por una toma clandestina	Existe riesgo de derrame de una cantidad importante de gasolina hasta ser detectada y atendida la fuga	3	2	B	Alarmas de baja presión en tubería	Inspeccionar las líneas de tubería de los poliductos que suministren combustible y constante vigilancia.
9	Qué pasa si hay un desgaste de las líneas de tubería por Fatiga de material	Sucedirá un derrame de gasolina hasta	2	2	C	Recubrimiento de tuberías	Mantenimiento constante y programado

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
		cerrar la válvula de corte				Protección catódica con ánodos de sacrificio	Reemplazo de tuberías fatigada Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio s
10	Qué pasa si existiese un sismo de magnitud igual o mayor a 7 grados en la escala de Richter	Dependiendo de la magnitud se puede presentar una falla por inestabilidad plástica que cause la ruptura de la tubería	2	2	C	Se cuenta con una cimentación basada en la mecánica de suelos Paro de emergencia	Instalar un programa de respuesta frente a emergencias que incluya válvulas de corte.
11	Qué pasa si hay un hundimiento del terreno que causa movimiento y tensión en las tuberías	Las tuberías se verían sometidas a una fuerza que podría romperlas y derramar gasolina por sobrepasar su maleabilidad	3	1	C	Se cuenta con una cimentación basada en la mecánica de suelos Paro de emergencia	Contar con sensores de movimientos subterráneos
12	Qué pasa si alguna persona o grupo de personas realizan actividades de Sabotaje que involucren derrame de combustible y Fuego en las instalaciones	En el caso de un derrame este sería controlado en su mayoría por el dique de retención	2	2	C	Paro de emergencia Controladores de nivel Prohibir el paso a personal no autorizado	Comunicarse con protección civil y recuperar el derrame

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
						Sistema de vigilancia	
		En caso de haber fuego en la instalación se formarían charcos de fuego (Pool Fire)	4	2	A	Se cuenta con paros de emergencia Detectores de atmosferas explosivas y fuego	Tener vigilancia en el perímetro y sistema contra incendios en buen estado
13	Qué pasa si no se aperturan las válvulas de recepción del poliducto lo que causa una fisura por sobrepresión en la línea	Ruptura de la línea provocando un derrame de gasolina	2	1	D	Válvulas Motorizadas Unidad de control remota	Restringir el acceso a personal no autorizado al cuarto de control de interconexiones
14	Qué pasa si la línea que recibe producto es sometida a cambios de presiones por apertura y cierre de válvulas que fatigan el material y causan daño estructural	El daño estructural puede causar una grieta en la tubería que con la presión de la línea puede aumentar de tamaño y causar derrame del producto hasta que sea detectada.	2	2	C	Las líneas tienen un espesor suficiente para evitar que durante su vida útil los esfuerzos no sobrepasen el valor límite del material. Contar con los certificados de calidad de las tuberías instaladas.	Realizar mantenimiento a tuberías y pruebas no destructivas para identificar el desgaste de tuberías

1.LÍNEAS DE RECIBO DE PRODUCTOS DIÉSEL

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
15	El acero usado en las tuberías de conducción de combustible no tiene las especificaciones/calidades necesarias para la operación de la planta	El material cedería ante el desgaste o corrosión causando una fuga de diésel que puede ir desde los 2 m ³ hasta los 5 m ³ antes de accionar el paro de emergencia	3	2	B	Tuberías con estándar ASME B31.1 como lo indica la NOM-006-ASEA-2017 Controles automáticos de presión y flujo Paro automáticos	Utilizar materiales avalados por un proveedor reconocido y que cuenten con certificados de calidad de los materiales Realizar inspecciones visuales periódicamente en las líneas de productos para identificar posibles fugas Contar con programa de mantenimiento
16	Al instalar las tuberías un error de la soldadura transversal deja un mal cordón de soldadura entre líneas.	Una mala soldadura puede corroerse o albergar microorganismos que desgasten el material y causan	2	2	C	Realizar inspecciones radiográficas a las tuberías	Programa de revisión e inspección de líneas de tubería y ductos

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
		picaduras en la tubería					
17	Existiera corrosión galvánica en las conexiones de la tubería por una diferencia de materiales en la tubería y conexiones	Habría corrosión por agrietamiento lo que fracturaría ese tramo de línea y causaría derrame de diésel	3	1	C	Protección catódica con protección electrónica galvánica	Mantenimiento del sistema de protección electrónica galvánica
18	Si durante la operación de la terminal se cerrara una válvula y esto ocasionara un Golpe de ariete que rompe el ducto	Habría una detonación de la línea por la sobrepresión ejercida dentro de ella que dañaría al personal cercano y además ocasionaría un derrame de diésel	3	2	B	Usar válvulas antirretornos en aquellas áreas propensas a recibir el golpe de ariete, especialmente tramos largos o de alta velocidad del fluido	Cerrar gradualmente las válvulas, mientras mayor sea la longitud de la línea más lento es el proceso de cerrado
19	Existiera corrosión externa de la tubería de conducción del producto dentro de la planta	Habría un derrame de diésel de 5 a 20m ³ dependiendo de la atención de la emergencia	3	2	B	Aislamiento de todos los vástagos de válvulas y evitar huecos o juntas sin sellar Recubrimiento de tuberías Protección catódica con	Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguadas	Recomendaciones
						ánodos de sacrificio	
20	Existiera corrosión interna de la tubería provocada por humedad en el producto en la línea de conducción dentro de la planta	Habría un derrame de diésel de 5 a 20m ³ dependiendo de la atención de la emergencia	2	2	C	La tubería cuenta con un control de calidad Certificados de calidad de tuberías Válvulas de cierre automático Paro de emergencia	Realizar muestreo de combustible en la recepción para determinar el contenido de humedad
21	Qué pasa si la tubería o línea de conducción recibiera un golpe físico que la deformara y rompiera.	Se produciría el derrame de diésel que se volatilizaría y generaría vapores inflamables	3	2	B	Señalamiento de tuberías	Hacer chequeos periódicos e las líneas de tubería y los manómetros para detectar caídas de presión que puedan ser fugas de diésel
22	Qué pasa si existe robo de combustible en la línea del poliducto que suministra combustible por una toma clandestina	Existe riesgo de derrame de una cantidad importante de diésel hasta ser detectada y atendida la fuga	3	2	B	Alarmas de baja presión en tubería	Inspeccionar las líneas de tubería de los poliductos que suministren diésel y constante vigilancia.

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
23	Qué pasa si hay un desgaste de las líneas de tubería por Fatiga de material	Sucedirá un derrame de diésel hasta cerrar la válvula de corte	2	2	C	Recubrimiento de tuberías Protección catódica con ánodos de sacrificio	Mantenimiento constante y programado Remplazo de tuberías fatigada Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio s
24	Qué pasa si existiese un sismo de magnitud igual o mayor a 7 grados en la escala de Richter	Dependiendo de la magnitud se puede presentar una falla por inestabilidad plástica que cause la ruptura de la tubería	2	2	C	Se cuenta con una cimentación basada en la mecánica de suelos Paro de emergencia	Instalar un programa de respuesta frente a emergencias que incluya válvulas de corte.
25	Qué pasa si hay un hundimiento del terreno que causa movimiento y tensión en las tuberías	Las tuberías se verían sometidas a una fuerza que podría romperlas y derramar diésel por sobrepasar su maleabilidad	3	1	C	Se cuenta con una cimentación basada en la mecánica de suelos Paro de emergencia	Contar con sensores de movimientos subterráneos
26	Qué pasa si alguna persona o grupo de personas realizan actividades de Sabotaje que involucren derrame de combustible y Fuego en las instalaciones	En el caso de un derrame este sería controlado en su mayoría por el dique de retención	2	2	C	Paro de emergencia Controladores de nivel Prohibir el paso a personal no	Comunicarse con protección civil y recuperar el derrame

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
						autorizado Sistema de vigilancia	
		En caso de haber fuego en la instalación se formarían charcos de fuego (Pool Fire)	4	2	A	Se cuenta con paros de emergencia Detectores de atmosferas explosivas y fuego	Tener vigilancia en el perímetro y sistema contra incendios en buen estado
27	Qué pasa si no se aperturan las válvulas de recepción del poliducto lo que causa una fisura por sobrepresión en la línea	Ruptura de la línea provocando un derrame de gasolina	2	1	D	Válvulas Motorizadas Unidad de control remota	Restringir el acceso a personal no autorizado al cuarto de control de interconexiones
28	Qué pasa si la línea que recibe producto es sometida a cambios de presiones por apertura y cierre de válvulas que fatigan el material y causan daño estructural	El daño estructural puede causar una grieta en la tubería que con la presión de la línea puede aumentar de tamaño y causar derrame del producto hasta que sea detectada.	2	2	C	Las líneas tienen un espesor suficiente para evitar que durante su vida útil los esfuerzos no sobrepasen el valor límite del material. Contar con los certificados de calidad de las tuberías instaladas.	Realizar mantenimiento a tuberías y pruebas no destructivas para identificar el desgaste de tuberías

2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA MAGNA							
NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
29	Hubiera un sobrellenado de un tanque de almacenamiento de gasolina magna	Habría un derrame de gasolina la cual por ser altamente inflamable y volátil que generaría un pool fire	3	2	B	Alarmas de alto nivel Válvulas de corte automático por PLC Dique de contención Botón de paro de emergencia	Contar con procedimientos de medición de niveles de tanque antes de recibir producto
30	Durante el llenado del tanque se sobrepasa el nivel máximo de llenado y la bomba siga suministrando combustible	El vapor al interior del tanque se comprime junto con el líquido causando una sobrepresión	4	1	B	Alarmas de alto nivel Válvulas de corte automático por PLC Botón de paro de emergencia Dique de contención	Contar con procedimientos de medición de niveles de tanque antes de recibir producto

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
31	Existiese un sismo de magnitud igual o mayor a 7 grados en la escala de Richter	Puede haber una deformación o fractura de los tanques de almacenamiento de combustible con posible derrame de gasolina	4	1	B	Dique de contención Se cuenta con una cimentación basada en la mecánica de suelos Paro de emergencia	Contar con procedimientos de atención a emergencias en caso de sismo Tener Alarma de sismos y realizar pruebas periódicas
32	Existiera corrosión química externa en los tanques de almacenamiento de combustible y las paredes se debilitarán por el intemperismo	Se puede dar una fractura del cuerpo metálico del tanque lo que ocasiona un derrame de gasolina	3	1	C	Pintura de recubrimiento resistente a la corrosión Dique de contención Protección catódica con ánodos de sacrificio	Dar mantenimiento a tanques como es el limpiarlos y pintarlos
33	Los remaches y tornillos del tanque de almacenamiento se oxidan y el desgaste sigue al cuerpo de acero del tanque	Habría corrosión galvanica provocando un derrame de gasolina que en contacto con una fuente de ignición generaría un pool fire	3	2	B	Dique de contención Protección catódica con ánodos de sacrificio	Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
34	Qué pasa si el tanque de almacenamiento de combustible sufre deformación o fuga a causa de la baja resistencia de los materiales de fabricación	Sucedería un derrame de combustible que llegaría a los Diques de contención	3	1	C	Los tanques de almacenamiento cuentan con los códigos de diseño API 650 y API 2000 Dique de contención	Adquirir equipos con certificados de calidad, garantía y póliza de seguros
35	Qué pasa si en una tormenta eléctrica cae un rayo sobre alguno de los tanques de almacenamiento	Habría un incendio de los tanques a causa de la energía descargada que iniciaría un incendio en el tanque de almacenamiento golpeado por el rayo	4	2	A	Se cuenta con un Sistema de protección contra tormentas eléctricas El proyecto considera la aplicación de un sistema de protección integral, compuesto por un sistema externo de protección contra tormentas eléctricas (SEPTE), el cual está formado por elementos para interceptar, conducir y disipar	Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
						la corriente de rayo; y un sistema interno de protección contra tormentas eléctricas (SIPTÉ) basado en uniones equipotenciales, blindaje electromagnético, puesta a tierra y protección contra transitorios.	
36	Se realiza un mal trabajo de soldadura en las paredes del tanque de almacenamiento	Una mala soldadura ocasiona corrosión y mayor desgaste del material que derivaría en un derrame de gasolina en el área de tanques.	3	1	C	Certificados de calidad de los tanques pruebas no destructivas para verificar su integridad	Programas de inspección de soldaduras

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
37	Si falla el controlador de nivel en el tanque de almacenamiento	Al no tener un control en el nivel del tanque este se sobrellenaría ocasionando un derrame de gasolina	2	1	D	Indicador de alto nivel Alarma de alto nivel Paro de emergencia	Dar mantenimiento al sistema automatizado de control de niveles
38	Qué pasa si el cuerpo metálico del tanque de almacenamiento presenta corrosión interna por acción microbiana a causa del contenido de agua presente en el combustible almacenado	La corrosión inducida por Microorganismos (MIC), desgasta el material adelgazando las paredes y provocando fracturas en el cuerpo del tanque, provocando un derrame de combustible	3	1	C	Sistema de protección catódica mediante ánodos de sacrificio	Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio Limpieza de lodos al interior del tanque y aplicación de bactericidas

2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PREMIUM

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
39	Hubiera un sobrellenado de un tanque de almacenamiento de gasolina premium	Habría un derrame de gasolina la cual por ser altamente inflamable y volátil que generaría un pool fire	3	2	B	Alarmas de alto nivel Válvulas de corte automático por PLC Dique de contención Botón de paro de emergencia	Contar con procedimientos de medición de niveles de tanque antes de recibir producto
40	Durante el llenado del tanque se sobrepasa el nivel máximo de llenado y la bomba siga suministrando combustible	El vapor al interior del tanque se comprime junto con el líquido causando una sobrepresión	4	1	B	Alarmas de alto nivel Válvulas de corte automático por PLC Botón de paro de emergencia Dique de contención	Contar con procedimientos de medición de niveles de tanque antes de recibir producto

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
41	Existiese un sismo de magnitud igual o mayor a 7 grados en la escala de Richter	Puede haber una deformación o fractura de los tanques de almacenamiento de gasolina con posible derrame de hidrocarburos	4	1	B	Dique de contención Se cuenta con una cimentación basada en la mecánica de suelos Paro de emergencia	Contar con procedimientos de atención a emergencias en caso de sismo Tener Alarma de sismos y realizar pruebas periódicas
42	Existiera corrosión química externa en los tanques de almacenamiento de combustible y las paredes se debilitarán por el intemperismo	Se puede dar una fractura del cuerpo metálico del tanque lo que ocasiona un derrame de gasolina	3	1	C	Pintura de recubrimiento resistente a la corrosión Dique de contención Protección catódica con ánodos de sacrificio	Dar mantenimiento a tanques como es el limpiarlos y pintarlos
43	Los remaches y tornillos del tanque de almacenamiento se oxidan y el desgaste sigue al cuerpo de acero del tanque	Habría corrosión galvanica provocando un derrame de gasolina que en contacto con una fuente de ignición generaría un pool fire	3	2	B	Dique de contención Protección catódica con ánodos de sacrificio	Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
44	Que pasa si el tanque de almacenamiento de combustible sufre deformación o fuga a causa de la baja resistencia de los materiales de fabricación	Sucedería un derrame de gasolina que llegaría a los Diques de contención	3	1	C	Los tanques de almacenamiento cuentan con los códigos de diseño API 650 y API 2000 Dique de contención	Adquirir equipos con certificados de calidad, garantía y póliza de seguros
45	Qué pasa si en una tormenta eléctrica cae un rayo sobre alguno de los tanques de almacenamiento	Habría un incendio de los tanques a causa de la energía descargada que iniciaría un incendio en el tanque de almacenamiento golpeado por el rayo	4	2	A	Se cuenta con un Sistema de protección contra tormentas eléctricas El proyecto considera la aplicación de un sistema de protección integral, compuesto por un sistema externo de protección contra tormentas eléctricas (SEPTE), el cual está formado por elementos para interceptar, conducir y disipar	Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
						la corriente de rayo; y un sistema interno de protección contra tormentas eléctricas (SIPTE) basado en uniones equipotenciales, blindaje electromagnético, puesta a tierra y protección contra transitorios.	
46	Se realiza un mal trabajo de soldadura en las paredes del tanque de almacenamiento	Una mala soldadura ocasiona corrosión y mayor desgaste del material que derivaría en un derrame de gasolina en el área de tanques.	3	1	C	Certificados de calidad de los tanques pruebas no destructivas para verificar su integridad	Programas de inspección de soldaduras

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvuardas	Recomendaciones
47	Si falla el controlador de nivel en el tanque de almacenamiento	Al no tener un control en el nivel del tanque este se sobrellenaría ocasionando un derrame de gasolina	2	1	D	Indicador de alto nivel Alarma de alto nivel Paro de emergencia	Dar mantenimiento al sistema automatizado de control de niveles
48	Qué pasa si el cuerpo metálico del tanque de almacenamiento presenta corrosión interna por acción microbiana a causa del contenido de agua presente en el combustible almacenado	La corrosión inducida por Microorganismos (MIC), desgasta el material adelgazando las paredes y provocando fracturas en el cuerpo del tanque, provocando un derrame de gasolina	3	1	C	Sistema de protección catódica mediante ánodos de sacrificio	Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio Limpieza de lodos al interior del tanque y aplicación de bactericidas

2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
49	Hubiera un sobrellenado de un tanque de almacenamiento de diésel	Habría un derrame de Diesel	3	2	B	Alarmas de alto nivel Válvulas de corte automático por PLC Dique de contención Botón de paro de emergencia	Contar con procedimientos de medición de niveles de tanque antes de recibir producto
50	Existiese un sismo de magnitud igual o mayor a 7 grados en la escala de Richter	Puede haber una deformación o fractura de los tanques de almacenamiento de combustible con posible derrame de diésel	4	1	B	Dique de contención Se cuenta con una cimentación basada en la mecánica de suelos Paro de emergencia	Contar con procedimientos de atención a emergencias en caso de sismo Tener Alarma de sismos y realizar pruebas periódicas Contar con sensores de movimientos subterráneos
51	Existiera corrosión química externa en los tanques de almacenamiento de combustible y las paredes se debilitarán por el intemperismo	Se puede dar una fractura del cuerpo metálico del tanque lo que ocasiona un derrame de diésel	3	1	C	Pintura de recubrimiento resistente a la corrosión Dique de contención	Dar mantenimiento a tanques como es el limpiarlos y pintarlos

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
						Protección catódica con ánodos de sacrificio	
52	Los remaches y tornillos del tanque de almacenamiento se oxidan y el desgaste sigue al cuerpo de acero del tanque	Habría corrosión galvánica provocando un derrame de diésel	3	2	B	Dique de contención Protección catódica con ánodos de sacrificio	Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica
53	Que pasa si el tanque de almacenamiento de combustible sufre deformación o fuga a causa de la baja resistencia de los materiales de fabricación	Sucedería un derrame de diésel que llegaría a los Diques de contención	3	1	C	Los tanques de almacenamiento cuentan con los códigos de diseño API 650 y API 2000 Dique de contención	Adquirir equipos con certificados de calidad, garantía y póliza de seguros
54	Qué pasa si en una tormenta eléctrica cae un rayo sobre alguno de los tanques de almacenamiento	Habría una ruptura del tanque de almacenamiento provocando un derrame de diésel	4	2	A	Se cuenta con un Sistema de protección contra tormentas eléctricas El proyecto considera la aplicación de un sistema de protección integral,	Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
						compuesto por un sistema externo de protección contra tormentas eléctricas (SEPTE), el cual está formado por elementos para interceptar, conducir y disipar la corriente de rayo; y un sistema interno de protección contra tormentas eléctricas (SIPTE) basado en uniones equipotenciales, blindaje electromagnético, puesta a tierra y protección contra transitorios.	

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
55	Se realiza un mal trabajo de soldadura en las paredes del tanque de almacenamiento	Una mala soldadura ocasiona corrosión y mayor desgaste del material que derivaría en un derrame de diésel en el área de tanques.	3	1	C	Certificados de calidad de los tanques pruebas no destructivas para verificar su integridad	Programas de inspección de soldaduras
56	Si falla el controlador de nivel en el tanque de almacenamiento	Al no tener un control en el nivel del tanque este se sobrellenaría ocasionando un derrame de diésel	2	1	D	Indicador de alto nivel Alarma de alto nivel Paro de emergencia	Dar mantenimiento al sistema automatizado de control de niveles
57	Qué pasa si el cuerpo metálico del tanque de almacenamiento presenta corrosión interna por acción microbiana a causa del contenido de agua presente en el combustible almacenado	La corrosión inducida por Microorganismos (MIC), desgasta el material adelgazando las paredes y provocando fracturas en el cuerpo del tanque, provocando un derrame de diésel	3	1	C	Sistema de protección catódica mediante ánodos de sacrificio	Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio Limpieza de lodos al interior del tanque y aplicación de bactericidas

3.AUTOTANQUE

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
58	Hay una mala conexión entre la toma de recepción y el Auto tanque durante la descarga y la bomba de descarga se encuentra operando	Derrame de gasolina magna o premium en área de cargaderos	3	2	B	Red de drenaje de aguas hidrocarburadas separada del drenaje pluvial Botón de paro de emergencia Control de flujo automático Suelo impermeable para evitar infiltraciones	Contar con procedimientos de carga y descarga de autotanque Tener un responsable de supervisar la descarga
		Derrame de Diésel en área de cargaderos	2	2	C	Red de drenaje de aguas hidrocarburadas separada del drenaje pluvial Botón de paro de emergencia Control de flujo automático Suelo impermeable para evitar infiltraciones	Contar con procedimientos de carga y descarga de autotanque Tener un responsable de supervisar la descarga.

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
59	Se desplaza el Autotanque al momento de descargar gasolina y se desprende la manguera de descarga	Derrame de gasolina que genera un charco de fuego (Pool Fire) por chispa eléctrica a causa de estática	3	2	B	Colocar calzas de seguridad a los vehículos estacionados Sistemas de tierra para evitar cargas estáticas	Capacitar al personal en la supervisión de sistemas antes de la carga a auto tanque. Verificar condiciones de seguridad como botón apagado. Verificar periódicamente las conexiones a tierra física en base a la Norma NOM-022-STPS-2015
60	Se desplaza el Autotanque al momento de descargar diésel y se desprende la manguera	Fuga de diésel que genera un charco que no se enciende	2	2	C	Colocar calzas de seguridad a los vehículos estacionados Sistemas de tierra para evitar cargas estáticas	Capacitar al personal en la supervisión de sistemas antes de la carga a auto tanque. Verificar condiciones de seguridad como botón apagado. Verificar periódicamente las conexiones a tierra física en base a la

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
							Norma NOM-022-STPS-2015
61	Sobrecalentamiento de la bomba para carga /descarga de combustible que provoca su avería	Se detendría el suministro o recepción de combustible de forma temporal	1	2	D	Manómetro Alarma de falla Usar lubricantes apropiados y cambiarlo constantemente	Contar con bomba de repuesto Dar mantenimiento a las bombas con base en la NOM-006-ASEA
62	Existiese corrosión externa por intemperismo en el contenedor metálico del autotanque.	La corrosión por pitting iría debilitando las paredes de acero hasta provocar un orificio en el tanque por donde se derrame el combustible	3	1	C	Recubrimiento que evita la corrosión de elementos metálicos	Pintar las unidades periódicamente Inspeccionar visualmente el estado a la entrada de los contenedores
63	Qué pasa si falla el medidor de nivel en la descarga de autotanques	Sucedería un sobrellenado del autotanque con posibilidad de derrame	2	2	C	Botón de paro de emergencia Drenaje de hidrocarburos	Calibrar y remplazar el medidor conforme lo recomiende el fabricante
64	¿Qué pasa sí, no se aterriza el Auto tanque (AT) a tierras físicas?	La electricidad estática del AT generaría una chispa, dando	3	1	C	Se cuenta con tierras físicas para conectar los AT antes de	Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
		una fuente de ignición que encendería los vapores de gasolina durante la descarga y daría paso a un charco de fuego.				iniciar con la descarga de producto.	
65	¿Qué pasa si, las válvulas de los tanques de almacenamiento están cerradas durante la descarga?	Sobre presión en línea de descarga, que provoca daño en la tubería con posible fractura y liberación de combustible	3	1	C	Drenaje aceitoso capaz de captar las descargas en el área de recepción	Colocar un indicador de flujo y una válvula de alivio de presión para evitar sobrepresión en las tuberías de descarga
66	Que pasa si durante la descarga de combustible la tubería de recepción instalada está mal soldada	La presión de operación de la tubería ocasionaría una fuga de combustible u una posible expansión del diámetro de la fuga	2	1	D	Certificados de calidad de las tuberías instaladas y pruebas hidrostáticas y no destructivas para corroborar su estado	Realizar inspecciones visuales de las tuberías y un programa de remplazo oportuno de líneas
67	Qué pasa si durante la recepción de combustible se presenta un sismo de 7 o más grados en la escala de Richter	El movimiento telúrico ocasionaría movimiento de la unidad con	3	1	C	Botón de paro de emergencia del AT	Contar con sensores de movimientos subterráneos

NO.	Qué pasa si	Consecuencia	C	F	AR	Salvaguardas	Recomendaciones
		riesgo de desconexiones durante la descarga.					Colocar alarmas sonoras conectadas al sistema de alertas sísmica mexicano.
68	Qué pasa si el cuerpo metálico del AT presenta corrosión interna por acción microbiana a causa del contenido de agua presente en el combustible transportado	La corrosión inducida por Microorganismos (MIC), desgasta el material adelgazando las paredes y provocando fracturas en el cuerpo del AT, provocando un derrame de combustible	3	1	C	Sistema de protección catódica mediante ánodos galvánicos	Purgar el contenido de los AT y eliminar la posible formación de lodos precursores de crecimiento microbiano

A partir de los escenarios analizados, se construyó la matriz de riesgo correspondiente (la cual se presentó anteriormente) obteniéndose lo siguiente:

Figura Matriz de riesgo para la jerarquización de eventos

FRECUENCIA	Alta F4				
	Media F3				
	Baja F2	61,	2, 6, 9, 10, 12, 14, 16, 20, 23, 24, 26, 28, 58, 60, 63,	1, 4, 5, 7, 8, 15, 18, 19, 21, 22, 29, 33, 39, 43, 49, 52, 58, 59,	12, 26, 35, 45, 54,
	Remota				
	F1		13, 27, 38, 47, 56, 66	3, 11, 17, 25, 32, 34, 36, 42, 44, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 62, 64, 65, 67, 68	30, 31, 40, 41, 50
Menor C1 Moderada C2		Grave C3	Catastrófica C4		
CLASIFICACIÓN SEGÚN LA SEVERIDAD					

De la matriz de jerarquización anterior se desprende que de los escenarios identificados solo 5 se encuentran en la zona de riesgo indeseable, 23 en la zona importante, 35 en la zona de riesgo aceptable, pero con controles y finalmente 7 en la zona de riesgo razonablemente aceptable. De acuerdo con el tipo de Zona de Riesgo en que se encuentran los escenarios, es la gravedad y la clase de aceptación del riesgo dentro de estudio. En las zonas de tipo B, C y D existe la posibilidad del establecimiento de controles adecuados, con un margen de tiempo suficiente, para la eliminación del posible riesgo involucrado en dichas operaciones.

Dentro de las conclusiones derivadas de la identificación y jerarquización de riesgos se pueden mencionar principalmente tres:

1) A partir del estudio realizado, no existen riesgos graves relacionados con el proceso o su operación normal que pudiera dar origen a fugas catastróficas debido a la cantidad de sistemas de seguridad con los que contará la Terminal de Abastecimiento y Reparto de

El Rosal. Previéndose solamente fugas menores sin consecuencias, que no ponen en riesgo ni las instalaciones, ni al entorno.

2) La posibilidad de fugas dependerá en gran medida del cuidado con el que se lleven a cabo los programas y actividades de inspección y mantenimiento de la planta, ya que de acuerdo con los resultados del What If, dichos eventos podrían generarse debido a descuidos u omisiones humanos en la operación normal diaria dentro de las instalaciones.

3) La probabilidad de un derrame hacia el suelo durante la descarga se considera poco probable, esto es debido los estándares de seguridad y calidad de los dispositivos que se utilizarán en la operación de descarga del producto; contando además con válvulas de mariposa y conectores manuales, incorporándoseles de igual manera un sistema de rejillas y tanques para la recuperación de posibles derrames o remanentes empacados. Lo anterior, permite evitar el contacto de los combustibles con el cuerpo de agua en cuestión. Sin embargo, se recomienda contar con material absorbente para la recuperación de combustible derramado hacia el mar, con el objeto de prevenir posibles incidentes, evitando con ello de igual manera la contaminación del entorno.

V. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

SELECCIÓN DE ESCENARIO PARA SIMULACIÓN

De la identificación y jerarquización de riesgos se han seleccionado los escenarios con mayores consecuencias siendo estos los localizados en la zona intolerable e importante, que involucran incendios con material inflamable (gasolina). La frecuencia estimada cualitativamente para estos escenarios es muy baja y no se espera que ocurran en este tipo de eventos en la vida útil de la instalación, por lo cual el riesgo es bajo. Estos escenarios se simularon mediante el programa computacional PHAST 7.1 con el objeto de determinar la magnitud y extensión de las posibles afectaciones de dichos eventos; considerando a su vez los sistemas de seguridad de la planta con el afán de corroborar las barreras, dispositivos y controles para la mitigación o prevención de los posibles daños y afectaciones al personal, a la población civil, a la operación y al ambiente.

Condiciones del escenario 1	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Volumen del charco	5m ³
Diámetro del charco	20m
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario	
20°4'22.70"N	99°39'45.61"O

“Escenario 1.- Alguna persona o grupo de personas realizan sabotaje que involucren derrame de combustible y al entrar en contacto con una fuente de ignición provoquen un incendio tipo alberca (**Pool Fire**)”

Este escenario se llevó a cabo en las líneas de recibo del producto para este caso se utilizó gasolina ya que es más inflamable que el Diesel y por tanto resultara una mejor simulación para los radios de afectación.

Condiciones del escenario 2	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna/Premium y Diesel
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Volumen del charco	5m ³
Diámetro del charco	20m
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'22.70"N	99°39'45.61"O
Dimensiones del tanque Magna	
Capacidad	22250m ³
Radio del tanque	43 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	A los 10 m desde la base del tanque
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.40m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'25.96"N	99°39'52.89"O
Dimensiones del tanque Premium y Diesel	
Capacidad	17500m ³
Radio del tanque	40 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	9 m
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Premium	
20°4'29.86"N	99°39'52.34"O
Punto de ubicación del escenario Diesel	
20°4'32.94"N	99°39'58.58"O

“Escenario 2.- En una tormenta eléctrica cae un rayo sobre algún tanque de almacenamiento provocando la ruptura del tanque y un incendio por causa de la energía descargada”

Este escenario se simulo en el área de tanques de almacenamiento, para este caso se simulo en un tanque de gasolina al 90% de su capacidad. **Pool Fire**

Condiciones del escenario 3	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna/Premium
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Volumen del charco	1.8m ³
Diámetro del charco	10m
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'25.02"N	99°39'45.17"O
Dimensiones del tanque Magna	
Capacidad	22250m ³
Radio del tanque	43 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	A los 10 m desde la base del tanque
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.40m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'25.96"N	99°39'52.89"O
Dimensiones del tanque Premium	
Capacidad	17500m ³
Radio del tanque	40 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	9 m
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Premium	
20°4'29.86"N	99°39'52.34"O

“Escenario 3.- Un derrame de gasolina en área de carga de autotanques y una fuente de ignición por electricidad estática se presenta en el tanque”

Este escenario se simuló en el área de isletas de camiones de recepción de productos y se presentó un derrame de 1.8m³ y se presentó un incendio tipo “**Pool Fire**”

Condiciones del escenario 4	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna/Premium y Diesel
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Volumen del charco	5m ³
Diámetro del charco	20m
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'22.70"N	99°39'45.61"O
Dimensiones del tanque Magna	
Capacidad	22250m ³
Radio del tanque	43 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	A los 9 m desde la base del tanque
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'26.59"N	99°39'59.89"O
Dimensiones del tanque Premium y Diesel	
Capacidad	17500m ³
Radio del tanque	40 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	9 m
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Premium	
20°4'29.86"N	99°39'52.34"O
Punto de ubicación del escenario Diesel	
20°4'32.94"N	99°39'58.58"O

“Escenario 4.- Existiese un sismo de magnitud igual o mayor a 7 grados en la escala de Richter, provocando un hundimiento en y fractura de los tanques de almacenamiento con posible derrame de hidrocarburos y que con una fuente de ignición podría ocasionar un incendio”

Este evento se simulo para un solo tanque de almacenamiento de gasolina con una capacidad de 22250m³ al 90% de su capacidad, con un tipo de fuego “**Pool Fire**”.

Condiciones del escenario 5	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna/Premium y Diesel
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Volumen del charco	1000 m ³
Área de charco	3000 m ²
Diámetro del charco	20m
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'28.03"N	99°39'54.06"O
Dimensiones del tanque Magna	
Capacidad	22250m ³
Radio del tanque	43 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	A los 9 m desde la base del tanque
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'26.59"N	99°39'54.06"O
Dimensiones del tanque Premium	
Capacidad	17500m ³
Radio del tanque	40 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	9 m
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Premium	
20°4'29.86"N	99°39'52.34"O

“Escenario 5.- Existiera corrosión química en los tanques de almacenamiento de combustible y las paredes se debilitarán provocando un derrame de hidrocarburo provocando una nube inflamable”

Este evento se simulo para un solo tanque de almacenamiento de gasolina con una capacidad de 22500m³ al 90% de su capacidad, para una **nube inflamable**

Condiciones del escenario 6	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna/Premium
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Volumen del charco	1000 m ³
Área de charco	3000 m ²
Diámetro del charco	20m
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'28.03"N	99°39'54.06"O
Dimensiones del tanque Magna	
Capacidad	22250m ³
Radio del tanque	43 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	A los 9 m desde la base del tanque
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Magna	Punto de ubicación del escenario Magna
20°4'26.59"N	99°39'54.06"O
Dimensiones del tanque Premium	
Capacidad	17500m ³
Radio del tanque	40 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	9 m
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.20m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Premium	
20°4'231.12"N	99°39'58.94"O

“Escenario 6.- Los remaches y tornillos del tanque de almacenamiento se oxidan y el desgaste sigue al cuerpo de acero del tanque, provocando una corrosión una corrosión por agrietamiento (cracking) provocando un derrame de gasolina que en contacto con oxígeno y una fuente de ignición que ocasione un pool fire.

Este evento se simulo para un solo tanque de almacenamiento de gasolina al 90% de su capacidad, para una nube inflamable.

Condiciones del escenario 7	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Volumen del charco	1000 m ³
Área de charco	20 ²
Diámetro del charco	20m
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'22.19"N	99°39'51.82"O

Escenario 7.- El acero usado en las tuberías de conducción de combustible no tiene las especificaciones/calidades necesarias para la operación de la planta provocando una fatiga de la tubería y ocasionando un derrame de hidrocarburos que puede ir desde los 2 hasta los 5 m³ antes de accionar el paro de emergencia

Este escenario de simulo en la tubería que conecta al área de tomas de recepción y el trayecto hacia los tanques de almacenamiento, tomando un derrame de 3.5 m³ simulando una posible formación de Nube Inflamable

Condiciones del escenario 8	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Datos para ducto	
Flujo:	50.34 m3/h
Presión	5 Bar
Diámetro de ducto	40.64cm (16")
Espesor	3/4"
Datos para nube inflamable	
Diámetro del charco	30m
Volumen del charco	2000m3

Escenario 8.- Durante la operación de la terminal se cerrará una válvula y esto ocasionará un Golpe de ariete que rompe el ducto, provocando una **explosión por sobrepresión** ejercida dentro de este y provocando un derrame de combustible ocasionando también una **nube inflamable**.

Este escenario se simulo en el área de recepción del oleoducto provocando una sobrepresión y seguido un derrame de combustible que produce una nube inflamable.

Condiciones del escenario 9	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna/Premium
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Suelo	Concreto
Punto de ubicación del escenario Magna	
20°4'28.03"N	99°39'54.06"O
Dimensiones del tanque Magna	
Capacidad	22250m ³
Radio del tanque	43 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	A los 9 m desde la base del tanque
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	0.7m*0.005m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Magna	Punto de ubicación del escenario Magna
20°4'26.59"N	99°39'54.06"O
Dimensiones del tanque Diesel	
Capacidad	17500m ³
Radio del tanque	40 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	9 m
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	0.7m*0.005m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Diesel	
20°4'32.94"N	99°39'58.58"O

Escenario 9.- Se realiza un mal trabajo de soldadura en las paredes del tanque de almacenamiento, causando corrosión y mayor desgaste de material que deriva un derrame de combustible provocando una nube inflamable

Las memorias de cálculo que genera el simulador de eventos PHAST 7.11 se pueden ver en el anexo memorias de cálculo de las simulaciones donde se pueden consultar las tasas de descarga y radios calculados de afectación.

Como resultado de la simulación se determinaron los radios de afectación de cada escenario de riesgo los cuales se presentan en la tabla siguiente:

No de escenario	Área de riesgo	Tipo de escenario	Zona de alto riesgo F (m)		Zona de amortiguamiento F (m)	
1	Líneas de recibo de producto	Pool Fire	46.78	5 kW/(sq m)	91.49	1.4 kW/(sq m)
2	Tanques de almacenamiento	Pool Fire	1463.94	5 kW/(sq m)	2513.17	1.4 kW/(sq m)
3	Isletas de camiones de recepción de productos	Pool Fire	413.62	5 kW/(sq m)	596.42	1.4 kW/(sq m)
4	Tanques de almacenamiento	Pool Fire	1463.94	5 kW/(sq m)	2513.17	1.4 kW/(sq m)
5	Tanques de almacenamiento	Nube inflamable	14.33	UFL (65263.9) 18.75 s	127.30	LFL Frac (4045.8) 18.75 s
6	Tanques de almacenamiento	Pool Fire	1463.94	5 kW/(sq m)	2513.17	1.4 kW/(sq m)
7	Líneas de recibo de producto	Pool Fire	20.78	5 kW/(sq m)	82.36	1.4 kW/(sq m)
8	Recepción de poliducto	Overpressure	67.11	1 psi	81.66	0.5 psi
9	Tanques de almacenamiento	Nube inflamable	34.29	UFL (65263.9) 18.75 s	529.62	LFL Frac (4045.8) 18.75 s

Se anexan Radios de Afectación

V.2.INTERACCIONES DE RIESGO

A continuación se indican las actividades de las instalaciones que se encuentran dentro de las áreas de riesgo y amortiguamiento de los escenarios resultantes del análisis de consecuencias de la Nueva Terminal de Abastecimiento y Reparto.

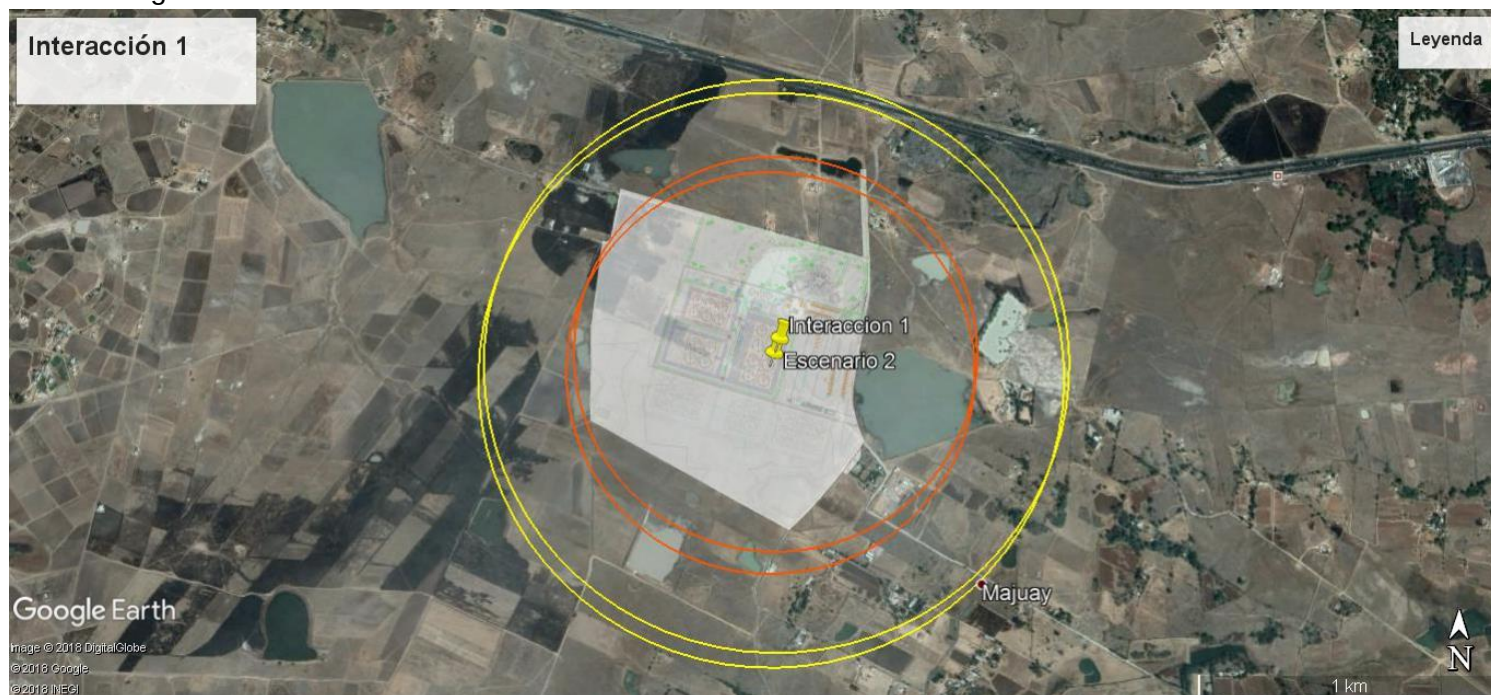
Condiciones de la interacción 1	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE

Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica
Suelo	Concreto
Dimensiones del tanque Magna	
Capacidad	22250m ³
Radio del tanque	43 m
Altura del tanque	18m
Altura de la Fuga/Ruptura en tanque	A los 10 m desde la base del tanque
Tamaño de la Fuga/Ruptura en tanque:	1m*0.40 m (L*A)
Punto de ubicación del escenario Tanque 1 Magna	
20°4'25.96"N	99°39'52.89"O
Punto de ubicación del escenario Tanque 2 Magna	
20°4'27.40"N	99°39'52.45"O

Interacción 1.- En una tormenta eléctrica cae un rayo sobre algún tanque de almacenamiento provocando la ruptura del tanque y un incendio por causa de la energía descargada, suponiendo que la tormenta eléctrica golpee otro tanque de almacenamiento y este tenga una ruptura provocando una fuga de combustible, este al entrar en contacto con el **charco de fuego** provocaría un incendio inmediato al siguiente tanque teniendo la consecuencia de que el fuego pueda penetrar hacia el interior del tanque.

Tomando en cuenta que el primer tanque no alcanzo una radiación letal en la simulación con el software PHAST se determinaron las áreas de menor riesgo y de amortiguamiento teniendo la siguiente interacción.

El resultado de la simulación de un posible efecto domino tiene como resultado lo siguiente:



Teniendo en cuenta que el diámetro de la zona de riesgo bajo es de 1463m, se determina que la radiación no llega a poblaciones cercanas ni zonas vulnerables, al no exceder una radiación de 37.5 kW/m² se podrán aplicar las medidas de seguridad correspondientes para la extinción del fuego sin que pueda propagarse a los demás tanques de almacenamiento o a las líneas de producto.

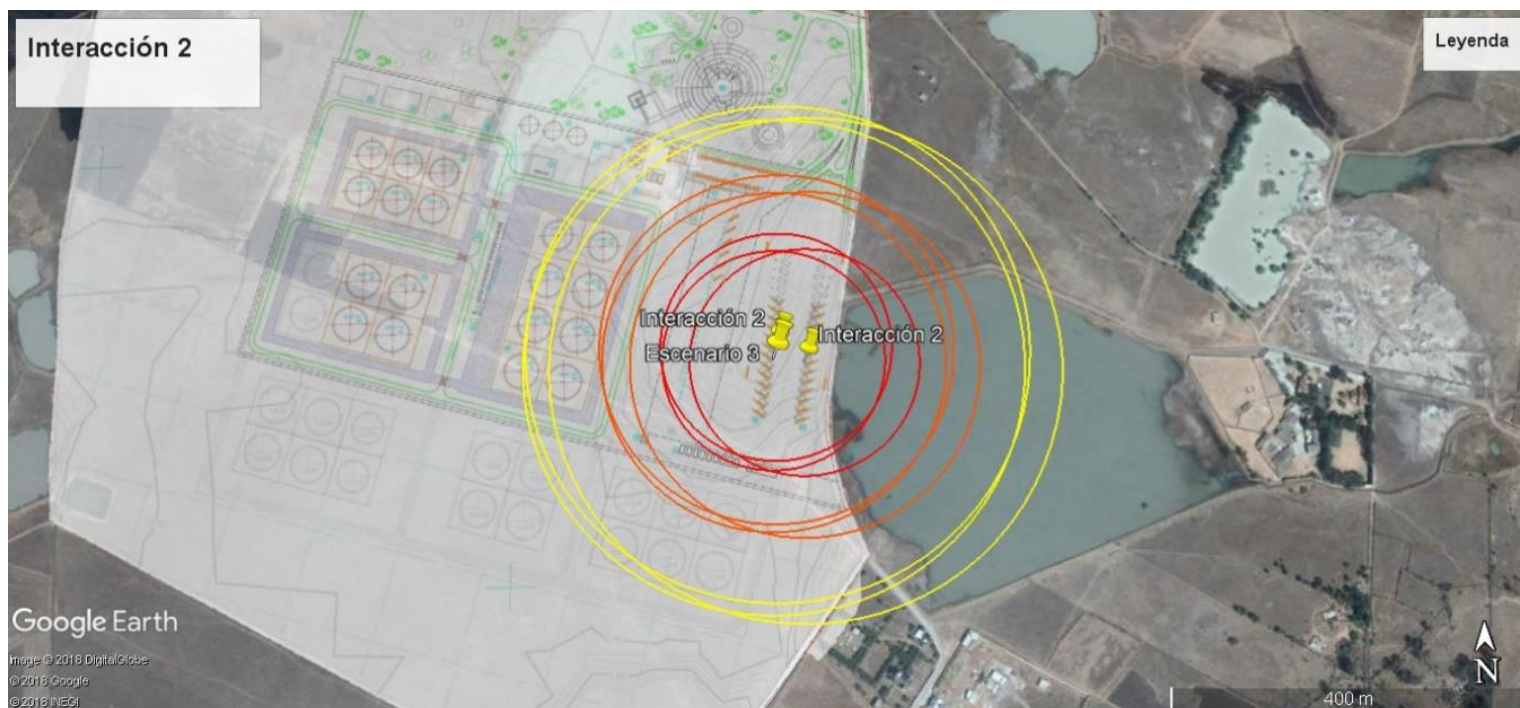
Interacción 2

Condiciones de la interacción 1	
Sitio	Jilotepec, Estado de México
Sustancia	Gasolina Magna
Velocidad del viento:	3.03 m/s Dirección NE
Lugar	Campo abierto
Temperatura	20°C
Cobertura nubosa	7 octas
Humedad relativa	44%
Estabilidad atmosférica	F No hay inversión térmica

Suelo	Concreto
Volumen del charco : 1.8 m ³	Volumen del charco : 1.8 m ³
Diámetro del charco: 10m	Diámetro del charco: 10m
Punto de ubicación 1	
20°4'25.02"N	99°39'45.17"O
Punto de ubicación 2	
20°4'25.44"N	99°39'45.10"O
Punto de ubicación 3	
20°4'24.70"N	99°39'45.25"O
Punto de ubicación 4	
20°4'24.42"N	99°39'43.96"O
Punto de ubicación 5	
20°4'25.83"N	99°39'44.99"O
Punto de ubicación 6	
20°4'24.83"N	99°39'43.93"O

Interacción 2.- Un posible efecto domino que pudiese suscitarse dentro de las instalaciones como consecuencia del escenario 3 (Un derrame de gasolina en área de carga de autotanques y una fuente de ignición por electricidad estática se presenta en el tanque) en el área de isleta de camiones de recepción de producto pudiera expandirse a 5 isletas donde se encontrarían otros autotanques realizando el transvase de combustible, provocando que se generen derrames de combustible en las tomas de suministro por la desconexión repentina de los autotanques a las isletas y al entrar en contacto con el fuego se produzcan más charcos de fuego (Pool Fire).

El resultado de la simulación de un posible efecto domino tiene como resultado lo siguiente:



Teniendo un área letal aproximada de 17 ha la cual no tendría riesgo de desatar un efecto domino con los tanques de almacenamiento ya que como medida de seguridad se encuentran a una distancia considerable.

Otros establecimientos con actividades altamente riesgosas

Dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento determinadas en el análisis de consecuencias no se encuentran las plantas u otras instalaciones que comprometan la seguridad de la instalación debido a algún posible efecto dominó. Lo anterior, es en virtud que las distancias consideradas para la instalación de: llenaderas de autotankers, casas de bombas se encuentran fuera del alcance de las posibles radiaciones y sobrepresiones que se pudieran generar mediante la ocurrencia de los eventos antes considerados en el estudio de riesgo, además que se considera que las medidas de seguridad involucradas en la Terminal cumplen con los niveles requeridos para la detección temprana de

incidentes, contando de la misma forma con dispositivos y planes de emergencia adecuados para la prevención y mitigación de posibles eventualidades que se pudieran presentar.

Instalaciones con actividades no altamente riesgosas

No existen instalaciones que en condiciones de operación puedan propiciar encadenamiento de eventos peligrosos.

Zonas habitacionales

No existen zonas habitacionales en la cercanía de las instalaciones debido a se encuentra dentro de una superficie amplia. Existen sin embargo, asentamientos humanos irregulares de baja densidad en la cercanía del área propuesta, sin embargo, con base en los análisis de consecuencias, no se prevé afectación alguna a esta población en caso de un accidente mayor.

Hospitales, escuelas

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

Centros comerciales

No existen zonas habitacionales en la cercanía de las instalaciones

Otros centros de concentración masiva de personas

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

V.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

La Terminal de Almacenamiento y Reparto de hidrocarburos de “El Rosal” al estar diseñada para una capacidad de almacenamiento de 350,000 m³ de combustible repartidos entre Diésel y Gasolina (Premium y Magna) no está exenta de presentar algún incidente durante su construcción operación o abandono.

Estas sustancias por sus características son consideradas como líquidos inflamables, las cuales tienen una temperatura de auto ignición de 250 °C, los que significa que en contacto con el aire pueden comenzar a arder sin una fuente externa de calor como Fuego o una chispa eléctrica, también poseen una temperatura de inflamación inferior a los 0°C que significan que pueden comenzar a arder desde ese rango si se les aplica fuego directo. Son sustancias volátiles que en caso de derrames pueden generar nubes de vapor que resultan altamente inflamables y que pueden propiciar una explosión de nube de vapor con excepción del diésel que no genera vapores en condiciones ambientales y necesita temperaturas elevadas para desprender vapores y se mantiene en estado líquido al ser un hidrocarburo pesado en condiciones normales

La gasolina es un líquido extremadamente inflamable, puede incendiarse fácilmente a temperatura normal, sus vapores son más pesados que el aire por lo que se dispersarán por el suelo y se concentrarán en las zonas bajas.

Estas sustancias pueden almacenar cargas electrostáticas debidas al flujo o movimiento del líquido. Los vapores de gasolina acumulados y no controlados que alcancen una fuente de ignición pueden provocar una explosión.

El trapo y materiales similares contaminados con gasolina y almacenados en espacios cerrados, pueden sufrir combustión espontánea. Los residuos en contacto con diésel también son inflamables pero en menor grado

Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos de este, por lo que no deben presurizarse, calentarse, cortarse, soldarse o exponerse a flamas u otras fuentes de ignición.

En su manejo y disposición final se debe evitar el contacto con fuentes de ignición y oxidantes fuertes como: peróxidos, ácido nítrico y percloratos, puesto que son incompatibles.

La combustión de esta sustancia genera Monóxido de Carbono y Bióxido de Carbono y otros gases asfixiantes, irritantes y corrosivos.

En caso de un evento que resulte en un derrame de gasolina o diésel y la presencia de fuego se puede presentar las siguientes situaciones:

En caso de que se generen vapores derivados de la volatilización de la gasolina, la exposición a concentraciones elevadas de vapores causa irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central. Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros. En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central. Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

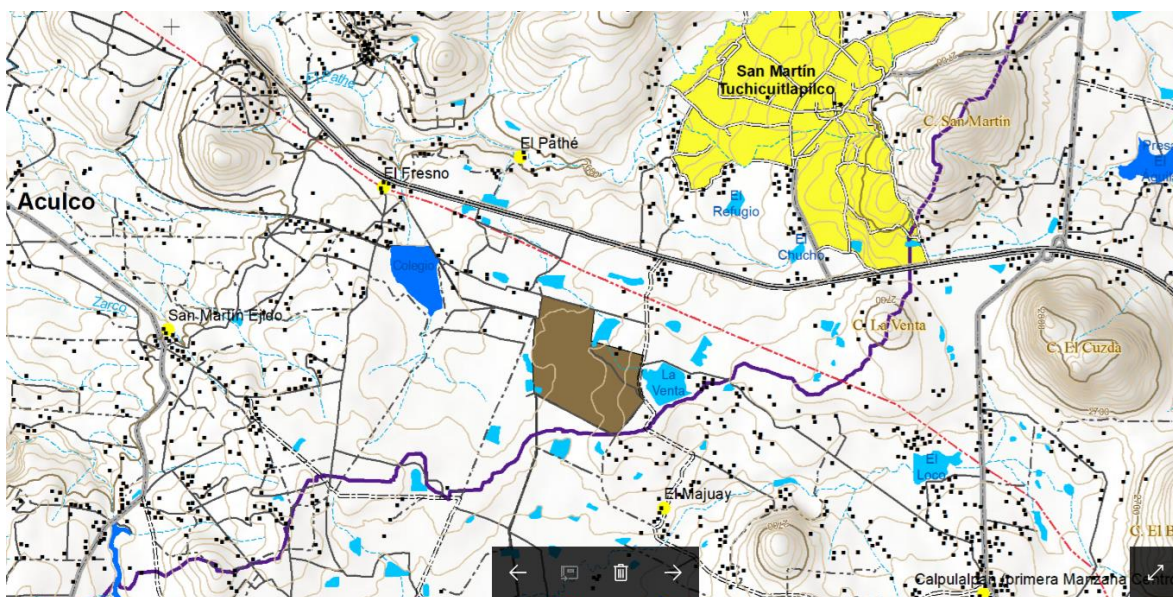
En caso de exponerse directamente a estos combustibles el contacto de gasolina o diésel en la piel causa irritación y resequedad.

Contacto con los ojos: El contacto de esta sustancia con los ojos causa irritación y/o quemadura de la córnea y/o conjuntiva, así como inflamación de los párpados.

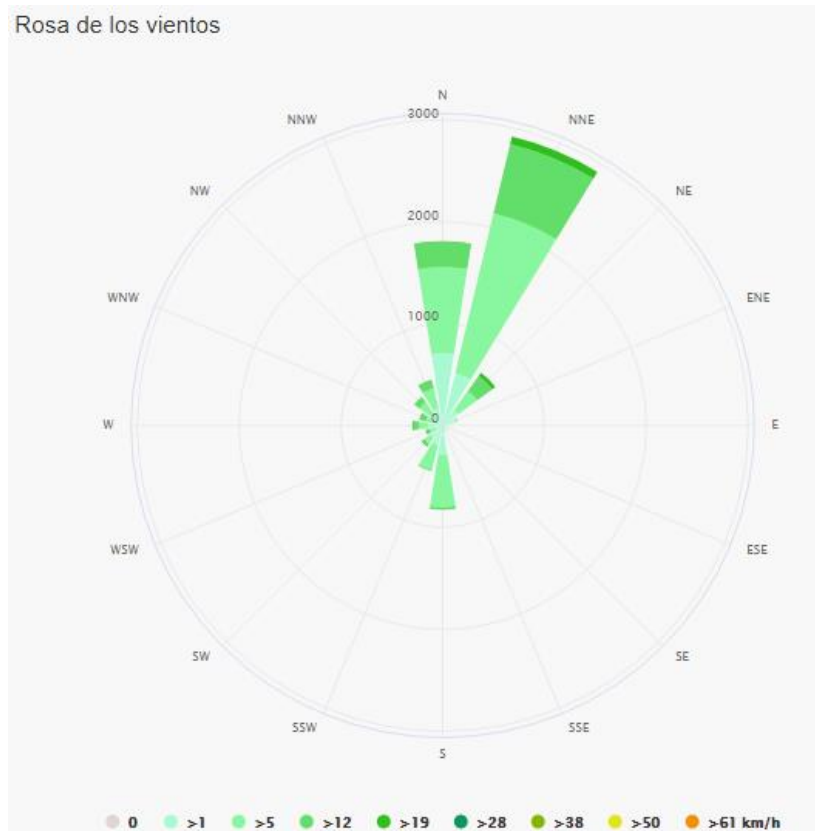
De acuerdo con lo analizado en la descripción del sistema ambiental la susceptibilidad a sismos es baja por lo que difícilmente se dará un evento de este tipo y también la probabilidad de inundación es baja ya que solamente el 3% de la superficie del municipio de Jilotepec es susceptible a este fenómeno hidrometeorológicos.

Sin embargo conociendo que el riesgo nunca es cero a menos que el peligro sea completamente eliminado se identificaron las posibles interacciones con el sistema ambiental en caso de que ocurrieran estos eventos.

En caso de un derrame de combustible por la topografía del terreno y las curvas de nivel presentes, el derrame de combustible se dirigiría a la parte Oeste del terreno (al lado contrario de la presa la venta) por lo que un derrame de combustible contaminaría el suelo de tipo Planosol



En caso de un derrame de gasolina esta se volatilizaría y daría lugar a la formación de nubes inflamables por la dirección predominante del viento esta se dirigiría hacia el noroeste



Es por ello por lo que la principal zona de afectación es la noroeste de la terminal



Si se presentara fuego lo que se vería afectado son los pastizales que pueden arden con facilidad, principalmente en temporada de calor y donde no hay precipitación donde la vegetación es seca y arde más fácilmente, se puede llegar a afectar especies como *quercus*, *pinus* y *eucalyptus*, pero principalmente el pastizal, ninguna especie se encuentra dentro del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a fauna se verían afectados principalmente pequeños mamíferos y aves de la zona listadas en la MIA, la afectación sería baja puesto que no hay abundantes individuos en la zona y en caso de accidente al haber fuego estas especies huirían del sitio por lo que la afectación al elemento fauna sería el desplazamiento de individuos, con excepción de una nube asfixiante que podría atrapar a las especies, principalmente a las aves, causándoles problemas respiratorios y hasta la asfixia en caso de concentraciones muy altas.

También en caso de fuego las personas cerca de la terminal pueden verse afectadas por los gases de combustión que se generen y deberán de ser avisada y dependiendo de la distancia evacuadas como parte de un protocolo de seguridad

Si el derrame es de diésel se concentraría en la primera zona y la principal afectación sería la infiltración de este combustible al acuífero Valle del Mezquital lo que contaminaría en primera instancia los cuerpos de agua superficiales afectando las especies que ahí habiten y generando natas de hidrocarburos que resultan toxicas para los individuos que se expongan a esta. dependiendo de la magnitud y el tiempo que permanezca el hidrocarburo este se puede filtrar al manto freático y extender ese por los alrededores lo que contaminaría un área considerable.

En caso de derrame o fuego no existen otras industrias o actividades que generen más impactos o incompatibilidad que agraven la situación y es necesario mencionar que estos efectos se llevarían a cabo siempre que no se tuvieran medidas de seguridad, para este proyecto se tendrán cubetos de contención y drenajes de hidrocarburos para contener los posibles derrames.

Otra interacción por mencionar es la del elemento agua, la construcción y operación de la planta traerá consigo la generación de descargas de aguas residuales y si bien se tienen contemplado la colocación de una planta de tratamiento para su posterior descarga a drenaje, se deberá vigilar la calidad de agua de los cuerpos de agua próximos ya que una descarga ilegal o bien una fuga del drenaje aceitoso o de las aguas grises provenientes de la panta pueden contaminar los cuerpos de agua superficiales, modificando sus parámetros originales.

VI. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Para líneas de recibo de productos

Utilizar materiales avalados por un proveedor reconocido y que cuenten con certificados de calidad de los materiales
Realizar inspecciones visuales periódicamente en las líneas de productos para identificar posibles fugas
Contar con programa de mantenimiento
Programa de revisión e inspección de líneas de tubería y ductos
Mantenimiento del sistema de protección electrónica galvánica
Cerrar gradualmente las válvulas, mientras mayor sea la longitud de la línea más lento es el proceso de cerrado

Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio
Realizar muestreo de combustible en la recepción para determinar el contenido de humedad
Hacer chequeos periódicos e las líneas de tubería y los manómetros para detectar caídas de presión que puedan ser fugas de gasolina
Inspeccionar las líneas de tubería de los poliductos que suministren combustible y constante vigilancia.
Mantenimiento constante y programado
Reemplazo de tuberías fatigada
Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio s
Instalar un programa de respuesta frente a emergencias que incluya válvulas de corte.
Contar con sensores de movimientos subterráneos
Comunicarse con protección civil y recuperar el derrame
Tener vigilancia en el perímetro y sistema contra incendios en buen estado
Restringir el acceso a personal no autorizado al cuarto de control de interconexiones
Realizar mantenimiento a tuberías y pruebas no destructivas para identificar el desgaste de tuberías

Para tanques de almacenamiento

Contar con procedimientos de medición de niveles de tanque antes de recibir producto
Contar con procedimientos de atención a emergencias en caso de sismo
Tener Alarma de sismos y realizar pruebas periódicas
Dar mantenimiento a tanques como es el limpiarlos y pintarlos
Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica
Adquirir equipos con certificados de calidad, garantía y póliza de seguros
Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos
Programas de inspección de soldaduras
Dar mantenimiento al sistema automatizado de control de niveles
Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificio
Limpieza de lodos al interior del tanque y aplicación de bactericidas

Para autotanques

Contar con procedimientos de carga y descarga de autotanque
Tener un responsable de supervisar la descarga
Capacitar al personal en la supervisión de sistemas antes de la carga a auto tanque.

Verificar condiciones de seguridad como botón apagado.
Verificar periódicamente las conexiones a tierra física en base a la Norma NOM-022-STPS-2015
Capacitar al personal en la supervisión de sistemas antes de la carga a auto tanque.
Contar con bomba de repuesto
Dar mantenimiento a las bombas con base en la NOM-006-ASEA
Pintar las unidades periódicamente
Inspeccionar visualmente el estado a la entrada de los contenedores
Calibrar y remplazar el medidor conforme lo recomiende el fabricante
Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas
Colocar un indicador de flujo y una válvula de alivio de presión para evitar sobrepresión en las tuberías de descarga
Realizar inspeccione visuales de las tuberías y un programa de remplazo oportuno de líneas
Contar con sensores de movimientos subterráneos
Colocar alarmas sonoras conectadas al sistema de alertas sísmica mexicano.
Purgar el contenido de los AT y eliminar la posible formación de lodos precursores de crecimiento microbiano

VI.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Se han considerado las medidas de seguridad indicadas por la normatividad en materia; se contará con sistema y equipo contra incendio, uso de equipamiento e infraestructura antichispa y con características antifuego, asimismo, se capacitará al personal para que éste sea capaz de atender, en tiempo y forma, cualquier situación de emergencia, además de realizar la permanente actualización y evaluación del mismo, aunado a las acciones del programa de mantenimiento de las instalaciones, referido en términos generales en los puntos anteriores, todo en cumplimiento a la normatividad vigente.

PROYECTO CONTRA INCENDIOS

ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO

La fuente primaria de abastecimiento de agua a la red contra incendios es aquella que proviene de fuentes naturales, pozos o servicios municipales; la capacidad de almacenamiento de la fuente primaria debe determinarse en función del gasto máximo requerido para proteger el riesgo mayor (tanque de almacenamiento de mayor capacidad) que se tenga en las instalaciones y el enfriamiento de los tanques aledaños para afrontar la emergencia durante una hora como mínimo.

La fuente secundaria consiste en el almacenamiento de agua contra incendios a través de tanques elevados o cisternas con capacidad de almacenamiento

suficiente para afrontar el riesgo mayor en caso de incendio.

La calidad de agua contra incendios no requiere ser potable, pero si limpia y dulce, debiendo evitarse el suministro de agua que contenga sales como materiales semejantes que afecten los sistemas de protección contra incendio

La red de agua contra incendio no deberá tener conexiones para alimentar ninguna otra red de agua.

EQUIPO CONTRA INCENDIO

Las instalaciones de la planta de Almacenamiento y distribución se instalará un cobertizo de bombas de agua contra incendios, como queda señalado en el plano anexo que describe el sistema contra incendio.

La ubicación estratégica del cobertizo de bombas garantiza y determina, que no existan riesgos de explosión o de incendios en las cercanías, ni daños por factores climatológicos.

El cobertizo de bombas de agua contra incendios contará con dos bombas, una accionada con motor eléctrico y la otra accionada con motor de combustión interna ya que al tener en operación la bomba accionada con motor eléctrico, al fallar esta por alguna causa eléctrica o mecánica, la bomba de combustión interna deberá arrancar de inmediato en forma automática, por medio de relevadores apropiados, empleados en combustión con cualquier tipo de control par arranque automático. Si la falla es derivada por causa eléctrica, una vez restablecida la corriente deberá arrancar la bomba con motor eléctrico.

Las bombas serán colocadas en bases de concreto armado por encima del nivel del piso terminado.

Las bombas serán del tipo centrífugo, y la capacidad de estas se establecerá de acuerdo a las necesidades de cada instalación La presión de descarga en relación con el gasto previsto no será menor de 100 lts- Hr/incendio.2 (7.0 Kg./cm²) en el punto más alejado de la red contra incendios. La bomba instalada proporcionará el 150% del gasto total cuando la presión de descarga sea como mínimo el 65 % de la carga total. La capacidad total de bombeo deberá ser tal, que el número máximo de tomas de agua para mangueras de 2 ½" o de 1 ½" que se estime necesario para utilizar de forma simultánea, de acuerdo con los riesgos previstos no sea mayor al que se indica a continuación:

G.P.M.	500	750	1000	1250	1500	2000	2500
--------	-----	-----	------	------	------	------	------

No. De tomas 2

½"	2	3	4	5	6	6	8
----	---	---	---	---	---	---	---

Mangueras 1 ½" 6 9 12 15 18 18 24

RED DE TUBERÍAS

La red contra incendios formará anillos o circuitos que estén valvulados que puedan segregar cualquier sección de la red cuando haya necesidad de efectuar reparaciones o ampliaciones.

El diámetro de las tuberías en red contra incendios estará diseñado para abastecer los hidrantes o monitorear los más alejados que pudieran Emplearse en un riesgo imprevisto

La tubería de succión de la bomba será del diámetro necesario para que pueda circular el 150% del gasto total con una velocidad máxima de 1.5 mtrs/segundos. Esta tubería será lo más corta posible a fin de evitar codos y conexiones entre la fuente de abastecimiento y las bombas.

En lugares donde el medio ambiente lo permita, las tuberías de la red contra incendios se instalarán superficialmente en soportes de herrería o de concreto a una altura de 0.75 m. Del nivel de piso terminado. Toda la tubería contra incendios ubicada superficialmente estará pintada de color Rojo.

HIDRANTES (tomas de agua)

Las tomas de agua serán de 1 ½" o 2 1/2" de diámetro nominal en las que se tengan consumos de agua de 100 y 250 galones por minuto respectivamente.

Los hidrantes serán colocados a cada 30 m. En las áreas de tanques de almacenamiento, en las áreas de recibo y de despacho se colocarán estratégicamente.

MONITORES

Se colocarán monitores en las áreas de las instalaciones que por los riesgos lo ameriten. Estos monitores serán colocados sobre los hidrantes a una altura de un metro sobre el nivel de piso terminado. En caso de que se requiera ampliar las áreas de protección, los monitores se instalarán sobre plataformas elevadas con acceso ubicado hacia el lado que se considere menos expuesto a un posible incendio. La

altura de las plataformas dependerá de las áreas a proteger.

Las boquillas de los monitores deberán formar un chorro de agua y niebla regulable. El número de monitores y su localización dependerá de cada instalación, según las necesidades lo ameriten y de la capacidad de almacenamiento de agua contra incendios.

En las líneas de alimentación de los monitores únicamente se instalarán tomas de

agua de 1 ½".

Los monitores girarán libremente 120° verticalmente y 360° horizontalmente.

MANGUERAS Y BOQUILLAS

Las mangueras y boquillas serán de 1 ½" y de 2 ½" de diámetro y 30 mtrs. De longitud. Con forros interiores de hule natural, hilo satinado y cubierta de algodón o fibra sintética. La cubierta deberá ser uniforme sin irregularidades y costuras, el forro interior de espesor uniforme.

Los extremos de las mangueras estarán previstos de conexiones de bronce con cuerdas NSHT (un extremo con cuerda hembra y el otro con cuerda macho). Las mangueras se mantendrán a un costado de los hidrantes dentro de la caseta y estaciones contra incendios.

Se emplearán boquillas de niebla de 1 1/22 o de 2 ½" de diámetro en las que pueda regularse desde un chorro hasta una niebla fina.

EXTINTORES

En todas las áreas de las instalaciones de la planta de almacenamiento y distribución se contará con extintores suficientes y adecuados para combatir incendios de clases, a, b y c.

Los extintores de mano serán colocados en las columnas, muros o barandales a una altura de 1.50 m. sobre el nivel del piso terminado con plataforma a la parte superior del extintor, así mismo a 10 cm. arriba de cada extintor se colocará el anuncio informativo correspondiente. Los sitios de asignación de los extintores de mano serán identificados con pintura de color rojo en una franja de 60 cm. de ancho alrededor de las columnas, con un círculo sobre el muro o con una franja en los barandales que sobresalga por lo menos 20 cm. de cada lado del extintor.

Los extintores móviles se tendrán bajo techo, en el área donde se localicen se pintará un círculo de 60 cm. de diámetro en color rojo. En los cuartos de control en el área de la subestación eléctrica y en las casetas de arrancadores, se contará como mínimo con un extintor de bióxido de carbono o de polvo químico seco.

CASSETAS CONTRA INCENDIOS

La planta de almacenamiento y distribución contará con una cesta contra incendios misma que estará dotada con el siguiente equipo.

- 2 extintores de espuma química de 2 ½ galones (9 ó 14 Kg.)

- 2 extintores de espuma mecánica equivalentes
- 2 extintores de polvo químico seco de 20 ó 30 libras (9 ó 14 Kg.)
- 1 extintor de espuma química de 40 galones (150 L.)
- 1 extintor de espuma mecánica de 40 galones (150 L.)
- 1 extintor de polvo químico seco de 150 libras.

Contará con el equipo de protección personal, con el juego de llaves ajustables requeridos para acoplar mangueras así como con el botiquín de primeros auxilios. Por ningún motivo existirá en la caseta de control contra incendios equipo y/o materiales destinados para otros fines.

Sistemas contra incendio.

Dentro de los sistemas contra incendio destacan la prohibición de elementos que sean una fuente de ignición o puedan producir una chispa, los sistemas eléctricos son a prueba de explosión, se cuenta un sistema de aterrizajes en toda la Terminal.

Los tanques de almacenamiento por sus características de fabricación y sistema de seguridad no son afectables por un incendio

Medidas de seguridad.

Durante la operación de la Terminal de abastecimiento y Distribución es imprescindible que se consideren las siguientes recomendaciones para ofrecer una mayor seguridad. Se deberán señalizar debidamente las boquillas de alimentación y tanques de almacenamiento, además de vigilar en todo momento la maniobra de descarga del autotanque, prohibiendo el abasto de combustible en módulos aledaños a la zona de tanques mientras se procede a la descarga del combustible.

Llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo de todas las instalaciones y elementos del sistema contra incendio. Se deberá capacitar a empleados y operadores en lo que respecta a las normas y dispositivos de seguridad disponibles para la prevención de accidentes. Los trabajadores deberán contar con el adiestramiento práctico, en la utilización de extintores y procedimientos de ataque contra incendio.

Definir las rutas de desalojo de las instalaciones y realizar simulacros periódicamente.

Se deberá llevar a cabo un programa de mantenimiento mensual a la trampa de combustibles, para desalojar los residuos acumulados en la cámara de separación y eliminar material inflamable. Los tanques de almacenamiento deberán estar conectados eléctricamente a tierra.

Para las válvulas de cierre rápido, en las líneas de carga y descarga a los tanques, se deberá contar con válvulas tipo macho, bola o mariposa, que permitan bloquear las líneas con gran rapidez en caso de emergencia.

Se deberá contar con un programa mantenimiento periódico de Las válvulas de seguridad y ser accionadas frecuentemente para asegurar su funcionamiento adecuado.

En general las Terminales de abastecimiento y distribución han funcionado adecuadamente, y en la actualidad existe una mayor exigencia en materia de seguridad para garantizar un nivel de riesgo aceptable en Terminales de nueva operación. En la Terminal de Almacenamiento y Distribución se diseñó un proyecto apegado a la Normatividad Ambiental vigente, que cumple con todos los criterios y disposiciones, desarrollando un proyecto de muy bajo impacto ecológico y altamente seguro.

MÉTODOS DE CONTROL DE INCENDIOS

El principio de la protección preventiva del incendio requiere que todos los esfuerzos deben dirigirse a evitar la presencia simultánea en tiempo y espacio de combustible, aire y fuente de ignición en concentraciones o intensidades que permitan el inicio de la reacción química que origine una el evento.

Se deben implantar, como medidas complementarias de prevención de incendios, equipos y medios de control de algunas de las principales características del incendio.

- La diseminación de la llama,
- La velocidad de liberación de calor, de la producción de humo y la toxicidad,
- La temperatura de ignición,
- La velocidad de combustión,
- Los límites de inflamabilidad etc.

El medio más importante de prevenir los incendios es controlar las fuentes de energía térmica necesaria para la ignición de un combustible. Aunque se deben considerar los casos de autocombustión, ningún incendio comienza por la sola reacción de combustible y aire. Siempre el requisito principal para que se produzca un incendio es una fuente de

energía térmica cuya fuerza y duración sea capaz de elevar la temperatura del combustible hasta el punto de ignición, Las tres fuentes principales de energía térmica, eléctrica, química y mecánica, están asociadas con todos los aspectos de la vida humana.

Si excluimos los incendios premeditados y los fenómenos naturales, las causas conocidas de ignición y propagación de los incendios, son todas atribuibles a una o más fuentes de energía térmica, aunque en realidad es el fallo humano, de una u otra forma, la causa más frecuente de incendio, ya que es la negligencia humana, consciente o sin dolo, la que junta las fuentes de ignición y material combustible, incluso la avería de un equipo como causa de incendio se debe en casi todos los casos, al fallo humano más que al del equipo propiamente dicho. Por todo lo anterior es posible afirmar que el control de la energía térmica es el medio más importante para prevenir los posibles siniestros. Con el objeto de evitar la producción de chispas, arcos, calentamiento por resistencia, o electricidad estática, se deberá:

- Controlar adecuadamente las fuentes de energía térmica o química: llamas, combustión de cigarrillos, cerillas, entre otros.
- Controlar adecuadamente las fuentes de energía térmica, mecánica, chispas, fricción y sobrecalentamiento de máquinas.

VI.3. MEDIDAS PREVENTIVAS

Derrame de combustible por mala conexión o rotura de la manguera, durante la descarga de este:

Acciones:

- Accionar el botón de paro de la bomba de recibo de combustible.
- Cerrar válvula de descarga del auto tanque.
- No permitir el acceso al área a personas no autorizadas.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente y depositarlo en tambores.
- Lavar el área con agua y jabón biodegradable.
- Corregir las conexiones o cambiar la manguera fallada, según sea el caso.

Incendio ocasionado por derrame de combustible:

Acciones:

- La persona que lo detecte deberá dar la voz de alarma.
- Cortar el suministro de energía eléctrica a la terminal.
- Controlar el incendio con los extintores que estén a su alcance.
- Dar aviso a los bomberos.
- Desalojar los vehículos que se encuentren dentro de la terminal.
- No permitir el acceso al área de personas no autorizadas.
- Esperar instrucciones del jefe de operaciones para abandonar las instalaciones y situarse en la zona de seguridad previamente establecida.
- Una vez controlado el fuego, remover los residuos.
- Apagar llamas y brasas ocultas.
- Limpiar el área afectada, depositando los residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y detergente biodegradable.
- Corregir la falla que ocasionó el problema.
- Conectar el interruptor de suministro de energía eléctrica a la terminal.
- Recargar los extintores utilizados.

Derrame de combustible por rebose del tanque de almacenamiento:

Los tanques de almacenamiento tendrán instaladas válvulas de sobrellenado que cerrará el paso del líquido al tanque cuando alcance su capacidad máxima. Lo que evitará el derrame de combustibles, sin embargo en caso de una falla de la válvula y ocurra un derrame, se realizarán las siguientes:

Acciones:

- Accionar el botón de paro de la bomba de recibo de combustible.
- Aislar el área del derrame.

- No permitir el acceso al área de personas no autorizadas.
- No arrancar el motor del auto tanque.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área afectada con agua y jabón biodegradable.

Derrame de combustible por rebose del tanque del vehículo que se esté llenando.

Acciones:

- Parar de inmediato la bomba de combustible.
- No permitir que se arranque el motor del auto tanque que se está basteciendo.
- Evitar el acceso de personas no autorizadas al área del derrame.
- Colocar aviso de PELIGRO NO PASAR.
- Recoger el combustible derramado con material absorbente y depositarlo en tambores.
- Lavar el área afectada con agua y jabón biodegradable.
- Una vez terminada la limpieza, retirar los letreros de restricción.

Explosiones.

Acciones:

- Suspender de inmediato las actividades de la Terminal.
- Cortar el suministro de la energía eléctrica de la terminal.
- Evacuar al personal y vehículos ubicados en la planta.
- En caso de ser necesario, solicitar apoyo externo.
- Darles primeros auxilios a las personas afectadas y de ser necesario enviarlas a una clínica para su atención.

Las medidas preventivas y programas de contingencias que se aplicarán durante la operación de la Terminal de Almacenamiento y Reparto para evitar el deterioro del ambiente son las siguientes:

Se contará con un sistema de drenaje de aguas aceitosas con trampa de combustibles.

Se contará con diques de contención, de 1.1 veces el volumen del tanque de mayor capacidad.

Se contará con un programa de prevención de accidentes.

Se implementará un programa de capacitación permanente al personal que labora en la planta.

Se harán pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento y tuberías previo a su puesta en servicio.

Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para las instalaciones y equipos en la planta.

Tormentas eléctricas

Para protección de la terminal se instalará un Sistema de puesta a tierra (SPT) y Sistema de protección contra tormentas eléctricas (SPTE) como parte esencial de las instalaciones y es de las partes importante de requerimientos de seguridad y salud. El proyecto considera la aplicación de un sistema de protección integral, compuesto por un sistema externo de protección contra tormentas eléctricas (SEPTE), el cual está formado por elementos para interceptar, conducir y disipar la corriente de rayo; y un sistema interno de protección contra tormentas eléctricas (SIPTE) basado en uniones equipotenciales, blindaje electromagnético, puesta a tierra y protección contra transitorios.

VII. RESUMEN

VII.2 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El desarrollo del presente Análisis de Riesgo, permitió efectuar la evaluación sistemática de la probabilidad de ocurrencia de daños asociados a factores externos, e internos, en los que puedan estar implicadas fallas en los sistemas de control, mecánicos, o bien, de los factores humanos y del sistema de administración, por lo que fue de gran relevancia identificar aquellas situaciones que de presentarse o no, en cualquier momento representan daños materiales, humanos y al entorno, por lo que considerando que existen circunstancias que representan un riesgo, en función de la probabilidad y su alcance.

El predio seleccionado para la elaboración del proyecto de una Terminal de Almacenamiento y Reparto se caracteriza por la ubicación ya que se encuentra en una zona que no es susceptible a sismos, no corre el riesgo de inundaciones y no hay centros de concentración masiva salvo la cercanía con la comunidad de Majuay, que se encuentran en una distancia mayor a los 1000m como se mostró en la primera parte del presente estudio.

Se cuentan con las memorias técnico-descriptivas de la Planta las cuáles tienen los proyectos civil, mecánico, eléctrico y sistema contra incendios así como los planos correspondientes a cada proyecto.

A través del ERA, y como resultado de la metodología What If? Y se han determinado los tipos de contingencia que se podrían suscitar dentro de la instalación, las cuáles son:

- Fugas, que son las emanaciones o derrames no controlados de hidrocarburos por desconexión de mangueras, sobrellenado de tanques, ruptura de tuberías, que éste se encuentre en fase líquida, siendo el efecto más nocivo de dicha emanación un incendio. Como salvaguardas se tienen válvulas de automáticas, paros de emergencia, para evitar fugas que puedan ocasionar un accidente dentro de las actividades de operación.
- Incendios, estos se consideran como fugas no controladas y que resultan de la combustión gradual del hidrocarburo. Provocadas por una chispa o por alguna fuente de ignición cercana a la fuga. Como medida de seguridad se cuenta con un sistema contra incendios el cual cubre todas la reas de la terminal de almacenamiento y reparto.

Se contara con la provisión y distribución de señalamientos preventivos, prohibitivos y restrictivos encaminados a dar a conocer las medidas de seguridad implementadas, tales como: el no fumar, no hablar por teléfono celular, no generar fuentes de ignición, mantener el motor apagado, etc.

Por otra parte el riesgo generado por el proyecto es aceptable con las medidas previstas, tomando en cuenta los radios de afectación cabe resaltar que las zonas de alto riesgo se encuentran dentro del predio del proyecto y no afecta a poblaciones cercanas ni asentamientos humanos y en caso de suscitarse algún imprevisto se contara con los procedimientos de emergencia, esto cuidando que se cumplan los aspectos, sobre todo el cumplimiento de la normatividad, como resultado de todo el análisis se concluye que este proyecto es viable y traerá consigo un beneficio económico a la región.