

# ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

**“BAJA CALIFORNIA ENERGY  
TRANSLOGISTICS”, S.A.P.I. DE C.V.**

**PROYECTO:**

**“TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO  
BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS”  
(T.A.R. B.C.E.T.)**

**(Municipio de Mexicali, Estado de Baja California)**



**EnergíaMex**



**CONTENIDO.**

CONTENIDO. ....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS. ....	iv
I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO. ....	5
I.1. BASES DE DISEÑO.....	16
I.1.1. Proyecto civil.....	19
I.1.2. Proyecto mecánico. ....	51
I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio.....	56
I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO. ....	58
I.2.1. Hojas de seguridad. ....	64
I.2.2. Almacenamiento.....	64
I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares. ....	64
I.2.4. Pruebas de verificación. ....	65
I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN. ....	66
I.3.1. Especificación del cuarto de control. ....	68
I.3.2. Sistemas de aislamiento. ....	68
I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	71
I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes. ....	71
I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización. ....	79
II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES. ....	114
II.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN. ....	114
II.2. INTERACCIONES DE RIESGO. ....	139
II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL. ....	143
III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL. ....	172
III.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	172
III.1.1. Sistemas de seguridad.....	175
III.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS. ....	179
IV. RESUMEN. ....	194
IV.1. SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL. ....	194
IV.2. HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL. ....	196
IV.3. PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO. ....	197
V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL. ....	209
V.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	209
V.1.1. Planos de localización. ....	209
V.1.2. Fotografías.....	209
V.1.3. Videos. ....	209
V.2. OTROS ANEXOS.....	210

**ÍNDICE DE TABLAS.**

Tabla 1. Consideraciones para la Estructura principal edificios que conformaran la T.A.R. B.C.E.T. ....	19
Tabla 2. Características tanque de 30 Mbls para gasolina regular (Magna).....	22
Tabla 3. Características dos (2) tanques de 20 Mbls para gasolina regular (Magna). ....	22
Tabla 4. Características dos (2) tanques de 10 Mbls para gasolina regular (Magna). ....	23
Tabla 5. Características dos (2) tanques de 10 Mbls para gasolina Premium. ....	23
Tabla 6. Características dos (2) tanques de combustible Diésel de 20 Mbls. ....	24
Tabla 7. Características dos (2) tanques de 10 Mbls para Diésel. ....	24
Tabla 8. Características Tres (3) tanques de 10 Mbls de Turbosina. ....	25
Tabla 10. Segunda etapa de almacenamiento para combustibles.....	28
Tabla 11. Tercera etapa de almacenamiento para combustibles.....	28
Tabla 12. Islas o posiciones de llenado en la Primera Etapa. ....	29
Tabla 13. Islas o posiciones de llenado en la Segunda etapa. ....	29
Tabla 14. Capacidad de diseño total de despacho por producto. ....	30
Tabla 15. Productos que se Almacenarán.....	31
Tabla 16. Requerimientos particulares para arranque y paro en Descargaderas de carrotanques, autotanques. ....	38
Tabla 17. Requerimientos particulares para arranque y paro en Bombas de Llenaderas de Autotanques. ....	38
Tabla 18. Arreglo de bombas centrífugas por cada hidrocarburo.....	40
Tabla 19. sistemas de aire acondicionado y ventilación requeridos.....	54
Tabla 20. Relación de Bombas Centrifugas.....	61
Tabla 21. Relación de Tanques de Almacenamiento en la T.A.R. B.C.E.T. ....	62
Tabla 22. Consideraciones para la Estructura principal.....	68
Tabla 23. Estudio de Falla y Efecto, Nodo No. 01. ....	87
Tabla 24. Probabilidad para jerarquizar los eventos y Evaluación de resultados Hazop.....	92
Tabla 25. Jerarquización por los resultados de Hazop. ....	93
Tabla 26. Factores de riesgo para la técnica índice Dow. ....	97
Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.1.....	105
Tabla 28. Fracción de energía total convertida a radiación para hidrocarburos (Mudan y Croce, 1988). ....	123
Tabla 29. Criterios de lesiones por quemaduras debido a radiación térmica. ....	130
Tabla 30. Criterios para definición de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento efectos de sobrepresión provocada por una explosión (SEMARNAT).....	131

Tabla 31. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco".	131
Tabla 32. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco"	133
Tabla 33. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco".	134
Tabla 34. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco".	135
Tabla 35. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco".	136
Tabla 36. Criterios para definición de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento (SEMARNAT).	137
Tabla 37. Efectos de Nubes Explosivas en Instalaciones ubicadas a diferentes distancias con respecto del centro de la explosión.	137
Tabla 38. Resultados de la simulación efectuada por nube explosiva por sobrepresión provocada por fuga en tubería de gasolina que comunica al área de almacenamiento con la áreas de suministro a auto tanques (Llenaderas).	138
Tabla 39. Resultados de la simulación efectuada por posible interacción de riesgo ante Bola de Fuego de 750,000.00 L del elemento No.3. Planta de Gas L.P. en zona aledaña a la T.A.R. B.C.E.T.	141
Tabla 40. Resultados de la simulación efectuada por posible interacción de riesgo ante Bola de Fuego de 1´000,000.00 L del elemento No.8. Planta de Gas L.P. (SILZA) en zona aledaña a la TAR BCET.	143
Tabla 41. Pendientes de elementos urbanos consideradas seguras.	146
Tabla 42. Lista de comprobación detallada de seguridad.	186
Tabla 43. Sustancias involucradas.	197
Tabla 44. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.	198
Tabla 45. Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.	201
Tabla 46. Estimación de consecuencias.	207
Tabla 47. Criterios Utilizados.	208

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Croquis de localización de la T.A.R. B.C.E.T. ....	6
Figura 2. Ubicación de poligonal de la T.A.R. B.C.E.T. en carta topografica. ....	6
Figura 3. Antecedentes de gestión de integración urbana y cambio de uso en la zona Fuente: IMIP, 2017. ....	8
Figura 4. Integración vial y conectividad del sitio. ....	10
Figura 5. Rosa de los Vientos del sitio.....	13
Figura 6. Velocidad de los vientos .....	13
Figura 7. Imagen donde se muestra el desarrollo de ondas expansivas (sobrepresión) provocadas por una explosión.....	125
Figura 8. Planta de Gas L.P. con una Capacidad nominal de 750,000 L (en 3 Tanques de 250,000 L C/U) ubicada a 337 m al Suroeste del predio para la T.A.R. B.C.E.T. ....	140
Figura 9. Planta de Gas L.P. (SILZA) ubicada a un kilómetro con 24 metros al Oeste en zona aledaña a la T.A.R. B.C.E.T. ....	142
Figura 10. Imagen de satélite, donde se ubica el proyecto.....	147
Figura 11. Regiones sísmicas de México, con la ubicación de la T.A.R. B.C.E. ....	150
Figura 12. Riesgo y vulnerabilidad por Sequía.....	152
Figura 13. Grado de peligro por Sequía (escala de Sandoval y Otros, 2005). ....	153
Figura 14. Riesgo por sequía. ....	154
Figura 15. Riesgo y vulnerabilidad por CICLONES TROPICALES. ....	155
Figura 16. Riesgo y vulnerabilidad por INUNDACIONES.....	156
Figura 17. Riesgo y vulnerabilidad por TORMENTAS DE GRANIZO.....	157
Figura 18. Índice de peligro por Tormenta de Granizo. ....	158
Figura 19. Tormentas de Granizo (sin Granizadas en la zona de estudio). ....	158
Figura 20. Número de Días con Granizao al Año (0- 1 en la zona de estudio). ....	159
Figura 21. Índice de Días con Heladas por Municipio. ....	160
Figura 22. Número de días con Heladas por Municipio. ....	161
Figura 23. Riesgo y vulnerabilidad por peligro por incendios forestales.....	163
Figura 24. Riesgo y vulnerabilidad por QUÍMICO-TECNOLÓGICOS. ....	164
Figura 25. Riesgo Químico – Tecnológicos: Gasolina: 10,0001-100,00 (34). ....	165
Figura 26. Sustancias inflamables Metilcetona de 01-100 (14) riesgo bajo.....	166
Figura 27. Sustancias inflamables acetona de 0.1000-10 (18) riesgo bajo.....	167
Figura 28. Representación riesgos y vulnerabilidad en el área de estudio. ....	171

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

El diseño de las estructuras del proyecto será definido en el alcance de estudios e ingeniería durante el desarrollo del proyecto, en una etapa anterior a su utilización, considerando lo siguiente:

Levantamiento topográfico.

Estudio de mecánica de suelos y resistividad del terreno.

### 1) Requisitos del predio.

El predio se localiza al suroriente de la ciudad de Mexicali, y corresponde al Lote 126 Z-1 P-1 del Ejido Puebla del Municipio de Mexicali, B.C. Cuentan con una superficie de 13.0976 has. y sus colindancias son:

Al Norte con Parcela 75 del Ejido Puebla (y Dren Guanajuato) con uso agrícola.

Al Sur con Canal Lateral 41+422 del Canal Independencia y parcelas del Ejido Guanajuato con uso agrícola,

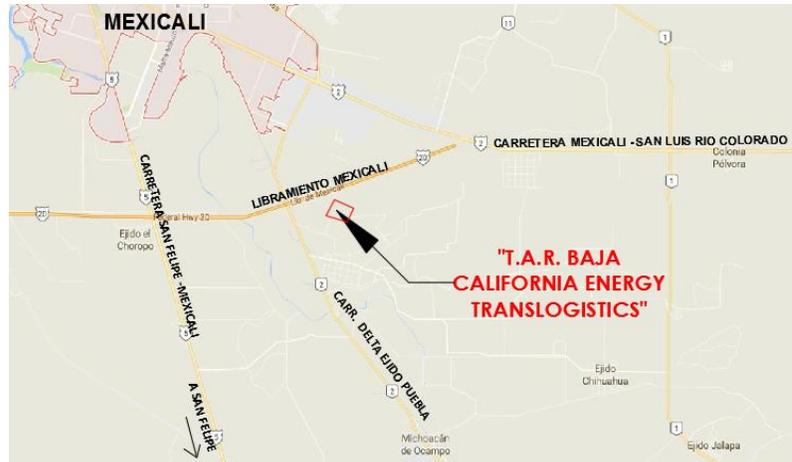
Al Este con Parcela 85 del Ejido Puebla con uso agrícola, y

Al Oeste con Parque Industrial Valle de Puebla.

La T.A.R. B.C.E.T. proyectada se ubicará en Parcela 126 Z-1 P1 del Ejido Puebla, Delegación González Ortega de la Ciudad de Mexicali, Baja California, con una superficie de 130, 976.50 metros cuadrados., en la siguiente imagen se muestra el croquis de localización del Proyecto. También ver el PLANO ANEXO: LOC-01; LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN CARTA TOPOGRÁFICA.

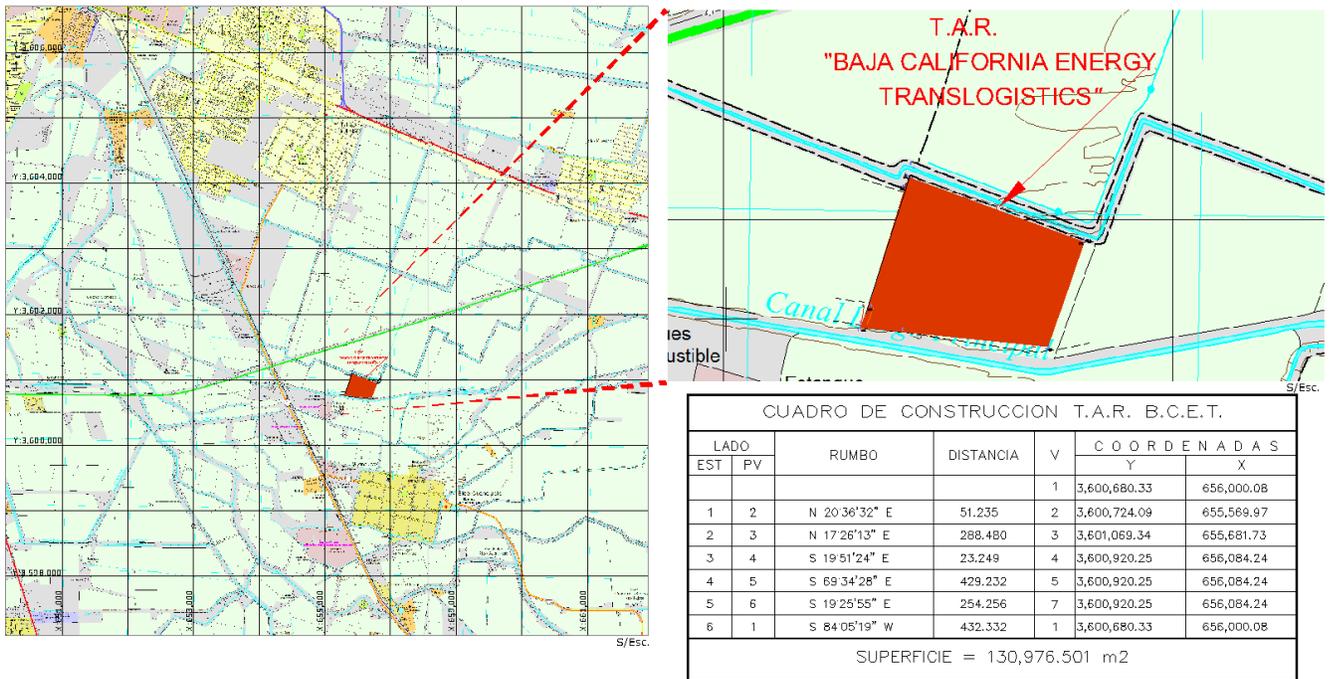
En la siguiente imagen se muestra su ubicación en croquis de localización de la T.A.R. B.C.E.T. con imagen google Maps y la ubicación de su poligonal en carta topográfica con cuadro de construcción (Ver figuras siguientes).

Figura 1. Croquis de localización de la T.A.R. B.C.E.T.



Fuente: Google Maps.

Figura 2. Ubicación de poligonal de la T.A.R. B.C.E.T. en carta topográfica.



Fuente: elaboración propia con carta topográfica de INEGI.

## **DESARROLLO PRESENTE Y PLANIFICADO DE ZONAS URBANAS O INDUSTRIALES**

El Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025 (PDUCP 2025), observó los potenciales de desarrollo industrial descentralizado al designar espacios extraurbanos para el establecimiento de grandes proyectos industriales, mediante nuevos polos de desarrollo, corredores regionales y reservas especiales.

La zona del Corredor Industrial Puebla-Michoacán de Ocampo recientemente está siendo receptáculo de procesos de incorporación urbana que están demostrando los potenciales de desarrollo industrial que esta Parte del Centro de Población de Mexicali tiene. En 2016 se registraron dos incorporaciones urbanas para proyectos de desarrollo industrial en el Corredor del Ejido Puebla, los cuales se adicionan a la promoción de un nuevo polo industrial en el Corredor Regional San Felipe con la nueva industria cervecera, que tiene implicaciones hasta el Corredor Puebla debido a la conexión ferroviaria requerida.

### **COMPATIBILIDAD CON USO DE SUELO**

A partir del año 2016, la zona está siendo sometida a procesos de integración urbana y cambios de usos de suelo derivado de importantes promociones industriales que demuestran un repunte en las expectativas de desarrollo de la zona. De acuerdo a información del Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali y al Periódico Oficial del Estado, las gestiones en la zona han sido las siguientes:

1) Reservas industriales con una superficie total de 712.04 hectáreas de las Directrices Generales de Desarrollo Urbano del Corredor Regional Carretera San Felipe, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 29 de abril de 2016.

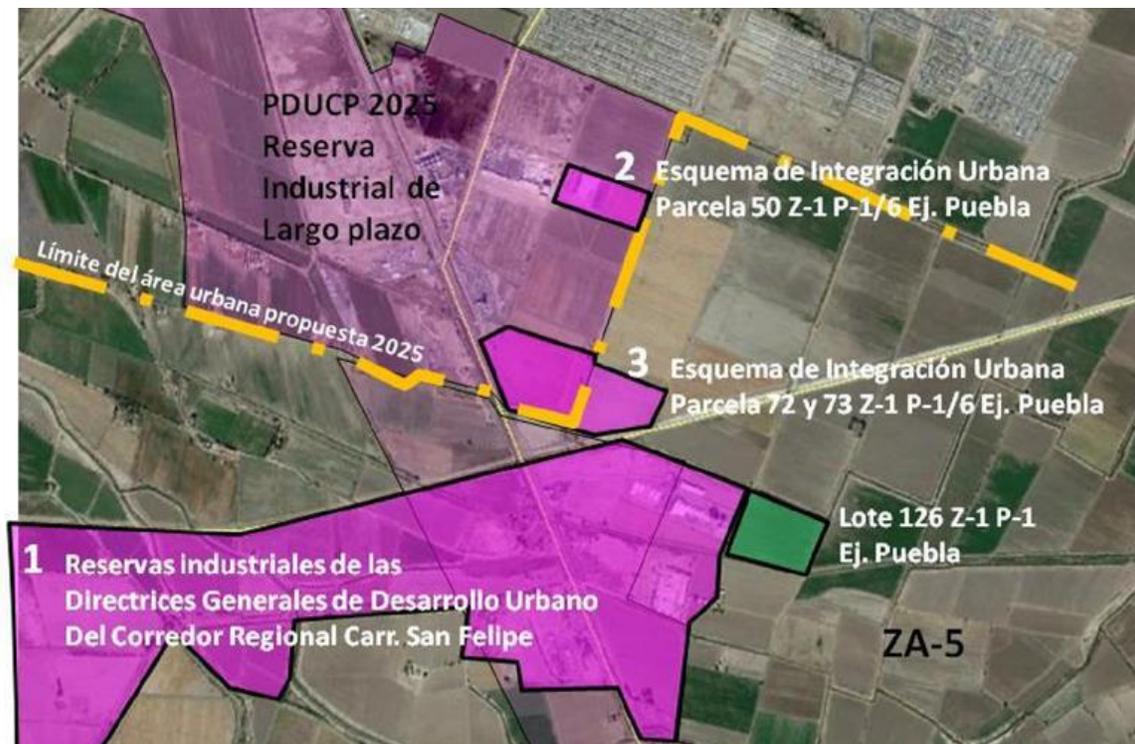
2) Esquema de Integración Urbana de la Parcela 50 Z-1 P-1/6 del Ejido Puebla, con una superficie de 20.4276 hectáreas, de acuerdo a oficio de factibilidad de IMIP del 8 de febrero de 2016. Instrumento requerido por tratarse de reservas de largo plazo.

3) Integración urbana de las Parcelas 72 y 73 Z-1 P-1/6 del Ejido Puebla, con una superficie de 15.1737 hectáreas, de acuerdo a oficio de factibilidad de IMIP del 28 de marzo de 2016.

Integración urbana de reservas de largo plazo y cambio de uso de Área de Transición a uso Industrial.

Integración urbana de reservas de largo plazo y cambio de uso de Área de Transición a uso Industrial.

**Figura 3. Antecedentes de gestión de integración urbana y cambio de uso en la zona Fuente: IMIP, 2017.**



**Fuentes:** El Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025 (PDUCP 2025), citado en Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

#### PROXIMIDAD A LAS AREAS POBLADAS

La distancia de las áreas de vivienda al predio son 1.3 kilómetros hacia el poblado del Ejido Guanajuato y 2.3 kilómetros a los fraccionamientos de interés social junto al poblado del Ejido Puebla.

#### PROXIMIDAD A LAS VIAS PÚBLICAS

Vías de comunicación y transporte: El municipio de Mexicali se conecta al resto del estado y del país través de la carretera federal número 2. Esta carretera tiene una orientación casi paralela a la frontera con Estados Unidos, y une a la ciudad de Mexicali en dirección oeste con los municipios de Tecate y Tijuana. Esta vía permite la comunicación del estado de Baja California con la capital del país al entroncar en Santa Ana, Sonora con la carretera federal número 15. El municipio de Mexicali también cuenta con la carretera federal número 5 que va de Mexicali a San Felipe con un recorrido de 196 km y una orientación general de norte a sur; y la carretera federal número 3 que conecta a San Felipe con el municipio de Ensenada.

Para la integración vial del predio se prevé la prolongación de la vialidad interna del Parque Industrial Valle de Puebla el cual está conectado a la Carretera estatal No. 2. La vialidad interna del parque industrial cuenta con una sección que integra la espuela de ferrocarril por lo que en algunos tramos es de un carril por sentido y en otros de dos carriles por sentido.

#### PROXIMIDAD A LAS VIAS PÚBLICAS

Vías de comunicación y transporte: El municipio de Mexicali se conecta al resto del estado y del país través de la carretera federal número 2. Esta carretera tiene una orientación casi paralela a la frontera con Estados Unidos, y une a la ciudad de Mexicali en dirección oeste con los municipios de Tecate y Tijuana. Esta vía permite la comunicación del estado de Baja California con la capital del país al entroncar en Santa Ana, Sonora con la carretera federal número 15. El municipio de Mexicali también cuenta con la carretera federal número 5 que va de Mexicali a San Felipe con un recorrido de 196 km y una orientación general de norte a sur; y la carretera federal número 3 que conecta a San Felipe con el municipio de Ensenada.

Para la integración vial del predio se prevé la prolongación de la vialidad interna del Parque Industrial Valle de Puebla el cual está conectado a la Carretera estatal No. 2. La vialidad interna del parque industrial cuenta con una sección que integra la espuela de ferrocarril por lo que en algunos tramos es de un carril por sentido y en otros de dos carriles por sentido.

**Figura 4. Integración vial y conectividad del sitio.**



**Fuentes:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

#### MECANICA DE SUELOS

Se cuenta con los estudios de mecánica de suelos realizados en sitio, para el cálculo y diseño de los anillos de cimentación de los tanques verticales, así como la casa de bombas y estructuras complementarias, habiendo ubicado los puntos de exploración conforme al sembrado general de áreas plasmado en el plano de planta de conjunto.

#### CIMENTACION

Los tanques imponen fuertes cargas sobre la cimentación bajo la envolvente, siendo particularmente importante en los que están equipados con membrana interna flotante. Para evitar asentamientos diferenciales no continuos en el perímetro del tanque con la consiguiente deformación de la envolvente, es recomendable apoyar el perímetro del tanque en un muro anular de concreto, por lo que se construirán anillos de cimentación que serán calculados para soportar las cargas totales transmitiéndolas al subsuelo, de conformidad con lo indicado en el estudio de mecánica de suelos elaborado para tal efecto.

## OROGRAFÍA

La característica orográfica más importante en el municipio es la de encontrarse ocupado por sierras al 30 por ciento de su territorio, resaltando, principalmente, las sierras de Juárez y San Pedro Mártir. El resto es **Valle** de Mexicali, en el que se ubica **el predio para la T.A.R. B. C.E.T** (El predio sujeto a este estudio (Lote 126 Z-1 P-1 del Ejido Puebla).

## TOPOGRAFIA DEL SITIO

El predio de 130,976.500 m<sup>2</sup> es prácticamente plano en su totalidad, con desniveles máximos menores a 1 m y con una ligera pendiente hacia el sureste.

## TIPOS DE SUELO.

Los suelos predominantes en el valle de Mexicali son los llamados yermosoles y xerosoles, característicos de zonas áridas y semiáridas, pobres en materia orgánica, los cuales con agua de riego y fertilización adecuada son capaces de elevada producción agrícola. Así, sólo el 62 por ciento de la superficie del valle es susceptible de explotación agrícola.

El uso del suelo es agrícola, **industrial** y turístico. El agrícola está concentrado en el Valle de Mexicali con más de 200 mil hectáreas de tierras fértiles, que está clasificado en los de alta productividad, mediana, baja y muy baja.

El de mediana productividad ocupa el primer lugar en producción, le sigue el de alta productividad. El industrial se encuentra concentrado en la zona urbana, algunas empresas están ubicadas a lo largo de la **vía del ferrocarril** y por lo regular son industrias de transformación.

## Uso potencial de la tierra

**Agrícola.** - No apta para la agricultura (49%), Para la agricultura mecanizada continua (46%), Para la agricultura con tracción animal continua (5%).

## Uso pretendido.

El **predio sujeto a este estudio** (Lote 126 Z-1 P-1 del Ejido Puebla) **se localiza justamente sobre la colindancia este del Corredor Industrial Puebla-Michoacán** de Ocampo ZI-1, dentro de la zona agrícola ZA-5. Mismo que es congruente con el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mexicali 2025 (PDUCP) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 2 de marzo de 2007; establece en su estrategia de Desarrollo Urbano a nivel de Centro de Población, las áreas designadas para industria pesada y de riesgo en dos zonas específicas fuera del área urbana: Zona de Pemex, al poniente del centro de población y el Corredor Industrial Puebla-Michoacán de Ocampo al suroriente.

**El Parque Industrial Valle de Puebla cuenta con todos los servicios de infraestructura, vialidades internas y una espuela de ferrocarril.**

**Zona sísmica a la que pertenece el sitio**

De acuerdo con la regionalización sísmica de México elaborada por la Comisión Federal de Electricidad (2008) y Cenapred (2001a), el municipio de Mexicali se sitúa en una región con categoría D. En las zonas con esta categoría han ocurrido con frecuencia grandes temblores (sismos mayores a 7) y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al 70% de gravedad (Cenapred, 2001a) por ello se consideran zonas de muy alto peligro sísmico (Rodríguez, 2002).

**Condiciones climatológicas:**

- Temperatura máxima y mínima de bulbo seco y bulbo húmedo o humedad relativa.**

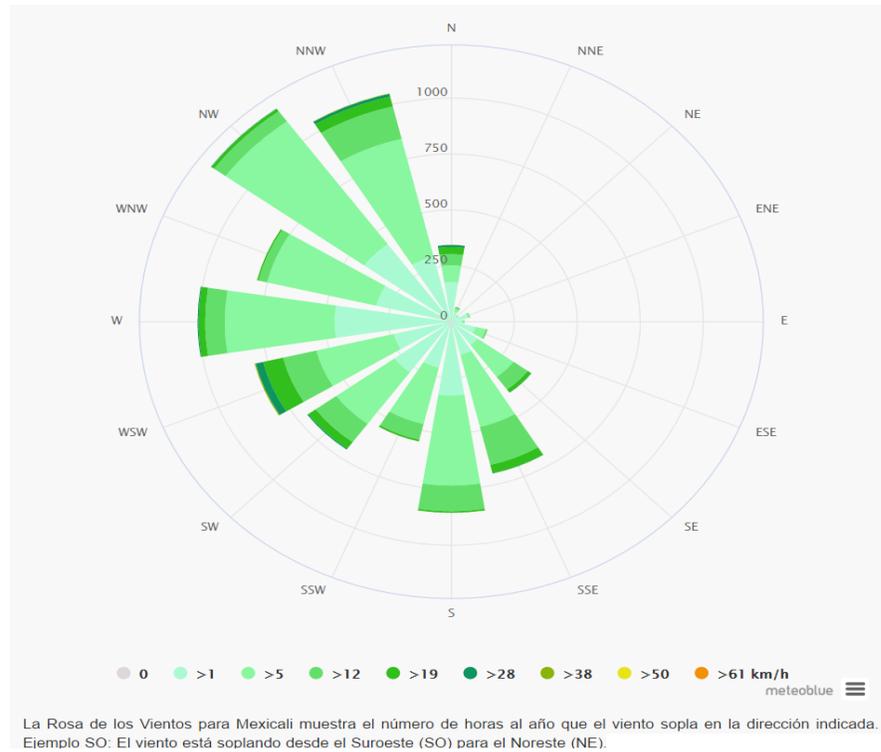
Característica	Mexicali
Latitud	32° 47' N
Longitud	115° 35' W
Altitud	-9 msnm
Tmin,prom,	24.1 °C
Tprom,	31.7 °C
Tmax, prom,	38.7 °C
Tmedia anual	23.1 °C
HRmin, prom,	15.20%
HRmax, prom,	37.00%
PA	84.1 mm
Viento Dom,	S (3.4 m/s)

**Dirección y velocidad de los vientos.**

Se deberán de realizar los estudios de diseño de estructuras metálicas de acuerdo al manual de diseño de obras civiles (diseño de vientos) CFE 2008.

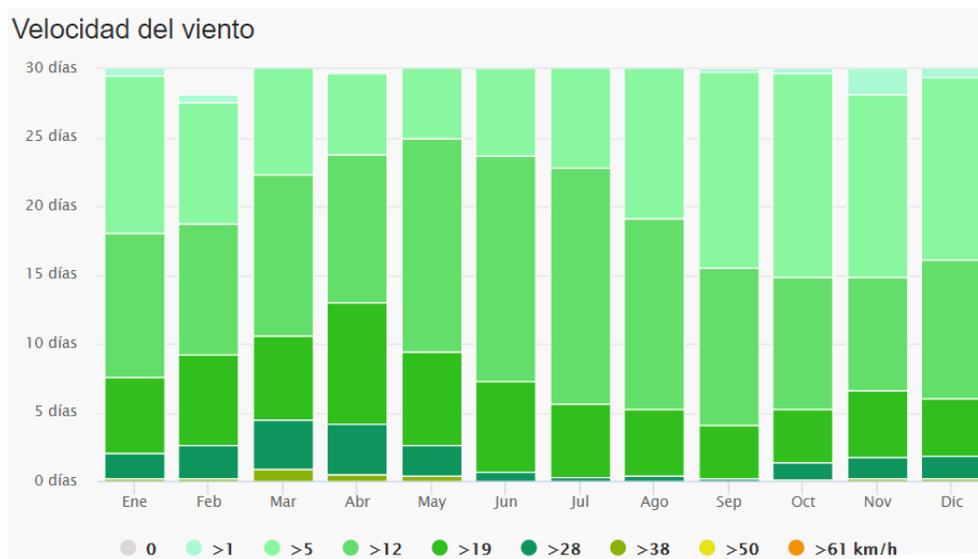
**Dirección de los vientos:**

**Figura 5. Rosa de los Vientos del sitio.**



**Fuente:** Bases de Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

**Figura 6. Velocidad de los vientos**



**Fuente:** Bases de Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

#### ACCESO DE EQUIPO DE AYUDA Y EVACUACION A LAS INSTALACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

Por encontrarse dentro del parque industrial, el acceso a las instalaciones es a través de la calzada principal de 30 m de ancho y se cuenta con una estación de bomberos y servicios de emergencia a 7.7 km del predio.

Disponibilidad y las fuentes de suministro de agua

La fuente de suministro de agua se obtendrá de pozo profundo o red municipal.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la T.A.R. B.C.E.T. se realizan básicamente tres actividades que son: la recepción de productos, el almacenamiento y despacho; y la comercialización.

El funcionamiento de la T.A.R. B.C.E.T. de manera general se resumen en cuatro puntos como son:

- 1) Recepción de los productos petrolíferos por carro tanques de ferrocarril,
- 2) Descarga a través de equipo de bombeo, tuberías y sistema de medición y control,
- 3) Almacenamiento en tanques verticales API.
- 4) Suministro a los autotanques para entrega a los clientes por medio de equipo de bombeo, tuberías, medición y control en las llenaderas.

A continuación se describe a detalle la operación de la T.A.R. B.C.E.T.:

1) La **Recepción de los productos** a la T.A.R. B.C.E.T. será mediante **carro tanques de ferrocarril**; se estima un suministro de 20 carro tanques tres veces por semana. Con capacidad de 660 barriles c/u (27,711 gal) equivalentes a **104,940.00 Litros**.

2) La **Descarga** en el **área de recibo de carro tanques** con **30 posiciones de descarga** que cuentan con filtro, válvulas, acopladores API y cabezales de tubería de acero al carbón ASTM, así como bombas de descarga para cada producto, patín de medición y control automático.

**Cobertizo de recibo y medición con 9 bombas tipo centrífuga** horizontal para bombeo de carro tanques hacia tanques de almacenamiento (Ver Tabla siguiente).

3) Para el **almacenamiento de los productos (Hidrocarburos)**, en la T.A.R. B.C.E.T. tiene contemplada un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen (14 tanques verticales tipo API de cúpula fija con membrana interna flotante

con capacidades de 10, 20 y 30 Mbls. para un total de 200 Mbls.), mismos que a su vez estarán dentro de cubetos o diques para contener el producto del tanque en caso de un derrame con capacidad de 1.2 veces la capacidad de cada tanque de almacenamiento (Ver Tabla 21. Relación de Tanques de Almacenamiento en la T.A.R. B.C.E.T.).

4) **Despacho** a los auto tanques para entrega a los clientes por medio de equipo de bombeo, medición y control en las llenaderas. La T.A.R. B. C.E.T. se hará mediante auto tanques (camiones) a razón de 30 a 40 camiones diarios. Con capacidad de **40, 000.00 Litros**. Para lo cual se contará con las siguientes instalaciones:

**Área de recibo de auto tanques con 4 posiciones de descarga** que cuentan con filtro, válvulas, brazos de descarga y cabezales de tubería de acero al carbón ASTM, así como bombas de descarga para cada producto, patín de medición y control automático.

**Área de llenado de auto tanques con 10 posiciones de llenado** equipadas con filtro, válvulas, brazos de carga y cabezales de tubería de acero al carbón ASTM, patín de medición y control automático.

**Casa de bombas de despacho con 22 bombas tipo centrífuga** horizontal para alimentar las posiciones de llenado de auto tanques (Ver Tabla 20. Relación de bombas centrífuga).

De acuerdo a los requerimientos para el Estudio de Riesgo Ambiental, el proyecto será evaluado bajo uno o más métodos especiales para identificar, analizar, evaluar, jerarquizar y generar alternativas de mitigación y control de riesgos significativos asociados con equipos y procedimientos críticos, empleando metodologías aceptadas tanto nacional como internacionalmente para el cumplimiento de la normatividad vigente.

Este análisis considera el volumen total de los petrolíferos a almacenar (gasolinas, diésel así como turbosina), cantidad y tipo de tanques de almacenamiento y su ubicación con respecto a otras instalaciones dentro de la planta y límite de propiedad, cantidad, tipo de instalaciones y equipo para operaciones de recepción y entrega de producto (Hidrocarburos), así como su frecuencia, ubicación y capacidad de la red de agua y espuma contra incendio, así como los diversos sistemas de prevención, alarma y supresión.

Considera también la proximidad y densidad de asentamientos humanos, así como de instalaciones especiales que contribuyan a incrementar el riesgo o en su defecto que sean susceptibles al riesgo de la instalación.

Por la naturaleza del proyecto se estableció una zona buffer de protección de 500 metros de acuerdo a los Criterios de Desarrollo Urbano de Gobierno Federal; por su parte, la **NOM-EM-003-ASEA-2016** de acuerdo a la capacidad de almacenamiento de la T.A.R. B.C.E.T. de 200,000 barriles, **se establece un radio de protección de 50.29 metros** (Tabla 2 de la Norma) con el fin de salvaguardar la seguridad de la zona. Además de lo anterior también **se establecerá un muro de protección en el perímetro de predio de 2.5 metros de altura a base de concreto armado o material similar resistente al fuego**; de tal manera de funcione como muro de abatimiento en caso de que ocurra un evento (incendio catastrófico en toda el área de almacenamiento) por sus características éste llegue a rebasar la superficie de la T.A.R. B.C.E.T.

En forma más específica se determinarán los riesgos más probables mediante la siguiente metodología y técnicas:

El estudio **Estudio de falla y efecto (HAZOP)** que se lleva a cabo asumió que los procesos de las áreas antes mencionadas son esenciales y el diagnóstico preliminar determinó que la opción de eliminar las sustancias con las que trabaja está fuera del enfoque del estudio debido a que son irremplazables ya que es su materia prima.

El análisis se concentra a las áreas de las cuales la concentración de gases o vapores existen de manera continua, intermitente o periódicamente en el ambiente, bajo condiciones normales de operación, según la **NOM-01-SENER-2012, Instalaciones Eléctricas**, en su artículo 515 PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, la clasificación eléctrica de las áreas se da en la TABLA 515-3 misma que se muestra a continuación:

### **I.1. BASES DE DISEÑO.**

#### **Criterios de diseño y normas utilizadas.**

El diseño de la T.A.R. B.C.E.T. obedece principalmente a los lineamientos de la **Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, Ley de Hidrocarburos, publicada en el DOF: 11/08/2014**, así como la **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996 "Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción"**, emitida por la Secretaría de Energía, Dirección General de Normas, publicada en el "Diario Oficial" de la Federación el día 12 de septiembre de 1997 y actualmente operando conforme la **NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación** con dos tanques de acero horizontal, tipo intemperie de almacenamiento fijo con capacidad **150,000.00 litros cada uno** incluyendo las siguientes instalaciones:

NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-003-ASEA-2016, Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo (Jueves 24 de noviembre de 2016).

NOM-093-SCFI-1994, Válvulas de relevo de presión (Seguridad, Seguridad-Alivio y Alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas de acero y bronce.

NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas.

NOM-STPS-002-STPS Condiciones de seguridad prevención protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM-022-STPS-2008. Electricidad estática en los centros de trabajo-condiciones de seguridad e higiene.

SEMARNAT-07-013, Rev.04, Capítulo VI del Programa para Prevención de Accidentes.

AAR Railway for engineering manual

API 2610-Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal & Tank Facilities.

API 421-Design and operation of oil-water separators.

API 500 A Classification of Areas for Electrical Installation in Petroleum Refineries.

API RP 520-Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries.

API 521-Pressure-relieving and Depressuring Systems.

API 594-Dual Plate Check Valves.

API 599-Metal Plug Valves—Flanged, Threaded, and Welding Ends. API 600-Cast Steel Valves.

API 602-Gate, Globe, and Check Valves for Sizes DN 100 (NPS 4) and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries.

API 609-Butterfly Valves: Double-flanged, Lug-and Wafer-type.

API 623-Steel Globe Valves—Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets.

API 650-Welded Steel Tanks for Oil Storage.

API 653-Tank inspection, repair and reconstruction.

API RP 1004-Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 Tank Motor Vehicles.

API 2000-Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks. ASME B31.3 Design of chemical and petroleum plants and refineries processing chemicals and hydrocarbons, water and steam.

ASME B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids.

ANSI B31.3-Process Piping Guide.

ANSI B31.4-Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries.

IEEE 515-Standard for the Testing, Design, Installation, and Maintenance of Electrical Resistance Trace Heating for Industrial Applications.

IEC-60079-0-2007. Explosive atmospheres– Part 0: General requirements (Atmosferas Explosivas - Parte 0: Requerimientos generales).

ISGOTT 5a. edition, ICOS/OCIMF/IPAH - International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals.

ISO 10434-Bolted bonnet steel gate valves for the petroleum, petrochemical and allied industries.

ISO 14313-Petroleum and natural gas industries—Pipeline transportation systems—Pipeline valves.

NFPA-Fire Protection Handbook.

NFPA 11-Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam.

NFPA 14-Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.

NFPA 15-Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.

NFPA 16-Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems.

NFPA 20-Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.

NFPA 22-Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.

NFPA 24-Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.

NFPA 25-Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.

NFPA 30-Flammable and combustible liquids code.

NFPA 70 National Electrical Code.

NFPA 77 Recommended Practice on Static Electricity.

NFPA 110 Standard for Emergency & Standby Power Systems.

NFPA 90 A Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilation Systems.

NFPA 92 Standard for Smoke Control Systems

NFPA 92A Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences

NFPA 780 Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

USCG 33 CFR 154-Facilities transferring oil or hazardous material in bulk.

**I.1.1. Proyecto civil.**

A continuación se describen las especificaciones del proyecto civil de la T.A.R. B.C.E.T. de acuerdo con las bases de diseño antes mencionadas.

Lista de edificios y consideraciones para la Estructura principal: (columnas, traveses y losas) y Estructura secundaria: (muros de carga, muros divisorios y muros perimetrales).

**Tabla 1. Consideraciones para la Estructura principal edificios que conformaran la T.A.R. B.C.E.T.**

Edificio	Estructuración
Caseta de vigilancia y control de acceso	Estructura de un nivel, estructura principal a base de concreto reforzado, estructura secundaria a base de mampostería.
Torre de control y Plataforma de revisión abatible en torre de control.	Estructura de dos niveles, estructura principal a base de concreto reforzado. Estructura de la plataforma a base de perfiles metálicos de acero y escalones de rejilla tipo Irving.
Oficinas administrativas	Estructura de dos niveles, estructura principal a base de concreto reforzada estructura secundaria a base de mampostería.
Baños y vestidores generales	Estructura de un nivel, estructura principal a base de concreto reforzada estructura secundaria a base de mampostería.
Baño exterior para choferes	Estructura de un nivel, estructura principal a base de concreto reforzada estructura secundaria a base de mampostería.
Laboratorio de control de calidad	Estructura de un nivel, estructura principal a base de concreto reforzada estructura secundaria a base de mampostería.

Centro de Control de Motores (CCM)	Estructura de un nivel, estructura principal a base de concreto reforzada estructura secundaria a base de mampostería.
Subestación eléctrica	Estructura de un nivel, estructura principal a base de concreto reforzada estructura secundaria a base de mampostería.
Llenaderas, descargaderas	Estructura metálica de un nivel con marcos de acero reforzado para soportar la carga de tuberías de producto y contra incendio
Cobertizo contra-incendio	Estructura Mixta, En área de oficinas la estructura principal será a base de concreto reforzado, estructura secundaria a base de mampostería. Para los cobertizos se construirán de estructura metálica.
Oficina y Cobertizo de recibo y medición	Estructura Mixta, En área de oficinas la estructura principal será a base de concreto reforzado, estructura secundaria a base de mampostería. El cobertizo se construirá a base de estructura metálica.
Oficina y taller de mantenimiento	Estructura Mixta, En área de oficinas la estructura principal será a base de concreto reforzado, estructura secundaria a base de mampostería. El cobertizo se construirá a base de estructura metálica.
Cobertizo de compresores	Estructuras de un nivel, estructura principal a base de columnas, marcos y techumbre de acero para soportar cubierta de lámina acanalada galvanizada, Las columnas tendrán recubrimientos retardantes al fuego.
Almacén de residuos peligrosos	Estructuras de un nivel, estructura principal a base de columnas, marcos y estructura de acero para soportar cubierta de lámina acanalada galvanizada tipo pintro con acabado duraplus o equivalente. Las columnas tendrán recubrimientos retardantes al fuego.

Estacionamiento interior para automoviles	Estructuras de un nivel estructura principal a base de columnas, marcos y estructura de acero para soportar cubierta de lámina acanalada galvanizada tipo pinto con acabado duraplus o equivalente.
Plataforma de toma de muestra para autotanques.	Estructura a base de perfiles metálicos de acero y escalones de rejilla tipo Irving.

### Geotecnia

El diseño de las estructuras del proyecto será definido en el alcance de estudios e ingeniería durante el desarrollo del proyecto, en una etapa anterior a su utilización, considerando lo siguiente:

Levantamiento topográfico.

Estudio de mecánica de suelos y resistividad del terreno.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO DE CONSTRUCCION

De conformidad con el estudio topográfico y de mecánica de suelos, la primera fase de construcción consiste en el deslinde, trazo y niveles, y construcción de terracerías y plataforma, considerando los niveles para las siguientes áreas: espuela de ferrocarril, área de tanques, casa de bombas y llenaderas.

La siguiente etapa será la construcción de las cimentaciones de los tanques de almacenamiento, simultáneamente con la construcción de los drenajes pluvial y aceitoso, trincheras para paso de tuberías de producto y alimentación eléctrica.

La obra electromecánica iniciara con la construcción de los tanques de almacenamiento, para de ahí continuar con el tendido de tuberías de producto y construcción de la red de contra incendio, finalizando con las pruebas no destructivas que se requieran para los tanques y tuberías.

En la siguiente etapa, se considera la instalación y montaje de los equipos electromecánicos, tales como bombas centrifugas, patines de medición, válvulas motorizadas y en general el sistema de automatización y control.

DESCRIPCION DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Se construirán catorce (14) tanques de almacenamiento con las siguientes asignaciones y características:

Un (1) tanque de 30 Mbls para gasolina regular (Magna) con las siguientes características.

**Tabla 2. Características tanque de 30 Mbls para gasolina regular (Magna).**

DATOS GENERALES					
1	Servicio / Área	Tanque de almacenamiento Gasolina Regular			
2	Clave	TV-120	7	Fabricante	*
3	Cantidad requerida (piezas)	1 (una) pieza	8	Modelo	No aplica
4	DTI	A-503	9	Tipo de domo	Domo geodésico
5	Tipo de tanque	Atmosférico	10	Configuración	Cilíndrico vertical
6	Instalación	Superficial	11	Soportes	No aplica
CONDICIONES DE DISEÑO					
12	Fluido	Gasolina Regular	20	Tipo de operación	Continua, 365 días
13	Características de fluido	Líquido inflamable	21	Presión atmosférica (psia)	14.65
14	Capacidad nominal (BLS)	30,000	22	Presión de operación bar m.	0 (atmosférica)
15	Flujo de entrada/salida (GPM)	900 / 500	23	Temperatura de operación °C	20-32
16	Diámetro interno (mm)	22,340	24	Presión máxima de diseño psi m	0 (atmosférica)
17	Altura del cuerpo(mm)	12,192	25	Temperatura de diseño °C	45
18	Densidad relativa	0.70 - 0.77 (a 20/4°C)	26	Presión de vapor (psia)	7.8 - 11.5
19	Viscosidad (cP)	0.512	27	Código de diseño	API-650

**Fuente:** Memoria técnica de la T.A.R. B.C.E.T.

Dos (2) tanques de 20 Mbls para gasolina regular (Magna) con las siguientes características.

**Tabla 3. Características dos (2) tanques de 20 Mbls para gasolina regular (Magna).**

DATOS GENERALES					
1	Servicio / Área	Tanque de almacenamiento Gasolina Regular			
2	Clave	TV-110	7	Fabricante	*
3	Cantidad requerida (piezas)	1 (una) pieza	8	Modelo	No aplica
4	DTI	A-503	9	Tipo de domo	Domo geodésico
5	Tipo de tanque	Atmosférico	10	Configuración	Cilíndrico vertical
6	Instalación	Superficial	11	Soportes	No aplica
CONDICIONES DE DISEÑO					
12	Fluido	Gasolina Regular	20	Tipo de operación	Continua, 365 días
13	Características de fluido	Líquido inflamable	21	Presión atmosférica (psia)	14.65
14	Capacidad nominal (BLS)	10,000	22	Presión de operación bar m.	0 (atmosférica)
15	Flujo de entrada/salida (GPM)	900 / 500	23	Temperatura de operación °C	20-32
16	Diámetro interno (mm)	12,954	24	Presión máxima de diseño psi m	0 (atmosférica)
17	Altura del cuerpo(mm)	12,192	25	Temperatura de diseño °C	45
18	Densidad relativa	0.70 - 0.77 (a 20/4°C)	26	Presión de vapor (psia)	7.8 - 11.5
19	Viscosidad (cP)	0.512	27	Código de diseño	API-650

**Fuente:** Memoria técnica de la T.A.R. B.C.E.T.

Dos (2) tanques de 10 Mbls para gasolina regular (Magna) con las siguientes características.

**Tabla 4. Características dos (2) tanques de 10 Mbls para gasolina regular (Magna).**

DATOS GENERALES					
1	Servicio / Área	Tanque de almacenamiento Gasolina Regular			
2	Clave	TV-100	7	Fabricante	*
3	Cantidad requerida (piezas)	1 (una) pieza	8	Modelo	No aplica
4	DTI	A-503	9	Tipo de domo	Domo geodésico
5	Tipo de tanque	Atmosférico	10	Configuración	Cilíndrico vertical
6	Instalación	Superficial	11	Soportes	No aplica
CONDICIONES DE DISEÑO					
12	Fluido	Gasolina Regular	20	Tipo de operación	Continua, 365 días
13	Características de fluido	Líquido inflamable	21	Presión atmosférica (psia)	14.65
14	Capacidad nominal (BLS)	20,000	22	Presión de operación bar m.	0 (atmosférica)
15	Flujo de entrada/salida (GPM)	900 / 500	23	Temperatura de operación °C	20-32
16	Diámetro interno (mm)	18,300	24	Presión máxima de diseño psi m	0 (atmosférica)
17	Altura del cuerpo(mm)	12,200	25	Temperatura de diseño °C	45
18	Densidad relativa	0.70 - 0.77 (a 20/4°C)	26	Presión de vapor (psia)	7.8 - 11.5
19	Viscosidad (cP)	0.512	27	Código de diseño	API-650

**Fuente:** Memoria técnica de la T.A.R. B.C.E.T.

Dos (2) tanques de 10 Mbls para gasolina Premium con las siguientes características.

**Tabla 5. Características dos (2) tanques de 10 Mbls para gasolina Premium.**

DATOS GENERALES					
1	Servicio / Área	Tanque de almacenamiento Gasolina Premium			
2	Clave	TV-130	7	Fabricante	*
3	Cantidad requerida (piezas)	1 (una) pieza	8	Modelo	No aplica
4	DTI	A-503	9	Tipo de domo	Domo geodésico
5	Tipo de tanque	Atmosférico	10	Configuración	Cilíndrico vertical
6	Instalación	Superficial	11	Soportes	No aplica
CONDICIONES DE DISEÑO					
12	Fluido	Gasolina Premium	20	Tipo de operación	Continua, 365 días
13	Características de fluido	Líquido inflamable	21	Presión atmosférica (psia)	14.65
14	Capacidad nominal (BLS)	10,000	22	Presión de operación bar m.	0 (atmosférica)
15	Flujo de entrada/salida (GPM)	900 / 500	23	Temperatura de operación °C	20-32
16	Diámetro interno (mm)	12,954	24	Presión máxima de diseño psi m	0 (atmosférica)
17	Altura del cuerpo(mm)	12,192	25	Temperatura de diseño °C	45
18	Densidad relativa	0.70 - 0.77 (a 20/4°C)	26	Presión de vapor (psia)	7.8 - 11.15
19	Viscosidad (cP)	0.65	27	Código de diseño	API-650

**Fuente:** Memoria técnica de la T.A.R. B.C.E.T.

Dos (2) tanques de combustible Diésel de 20 Mbls con las siguientes características.

**Tabla 6. Características dos (2) tanques de combustible Diésel de 20 Mbls.**

DATOS GENERALES					
1	Servicio / Área	Tanque de almacenamiento Combustible Diesel			
2	Clave	TV-150	7	Fabricante	*
3	Cantidad requerida (piezas)	1 (una) pieza	8	Modelo	No aplica
4	DTI	A-503	9	Tipo de domo	Domo geodésico
5	Tipo de tanque	Atmosférico	10	Configuración	Cilíndrico vertical
6	Instalación	Superficial	11	Soportes	No aplica
CONDICIONES DE DISEÑO					
12	Fluido	Combustible Diesel	20	Tipo de operación	Continua, 365 días
13	Características de fluido	Líquido combustible	21	Presión atmosférica (psia)	14.65
14	Capacidad nominal (BLS)	20,000	22	Presión de operación bar m.	0 (atmosférica)
15	Flujo de entrada/salida (GPM)	900 / 500	23	Temperatura de operación °C	20-32
16	Diámetro interno (mm)	12,954	24	Presión máxima de diseño psi m	0 (atmosférica)
17	Altura del cuerpo(mm)	12,192	25	Temperatura de diseño °C	45
18	Densidad relativa	0.8214 (a 20/4°C)	26	Presión de vapor (psia)	0.6
19	Viscosidad (cP)	0.541	27	Código de diseño	API-650

**Fuente:** Memoria técnica de la T.A.R. B.C.E.T.

Dos (2) tanques de 10 Mbls para Diésel con las siguientes características.

**Tabla 7. Características dos (2) tanques de 10 Mbls para Diésel.**

DATOS GENERALES					
1	Servicio / Área	Tanque de almacenamiento Combustible Diesel			
2	Clave	TV-140	7	Fabricante	*
3	Cantidad requerida (piezas)	1 (una) pieza	8	Modelo	No aplica
4	DTI	A-503	9	Tipo de domo	Domo geodésico
5	Tipo de tanque	Atmosférico	10	Configuración	Cilíndrico vertical
6	Instalación	Superficial	11	Soportes	No aplica
CONDICIONES DE DISEÑO					
12	Fluido	Combustible Diesel	20	Tipo de operación	Continua, 365 días
13	Características de fluido	Líquido inflamable	21	Presión atmosférica (psia)	14.65
14	Capacidad nominal (BLS)	10,000	22	Presión de operación bar m.	0 (atmosférica)
15	Flujo de entrada/salida (GPM)	900 / 500	23	Temperatura de operación °C	20-32
16	Diámetro interno (mm)	12,954	24	Presión máxima de diseño psi m	0 (atmosférica)
17	Altura del cuerpo(mm)	12,192	25	Temperatura de diseño °C	45
18	Densidad relativa	0.8214 (a 20/4°C)	26	Presión de vapor (psia)	0.6
19	Viscosidad (cP)	0.541	27	Código de diseño	API-650

**Fuente:** Memoria técnica de la T.A.R. B.C.E.T.

Tres (3) tanques de 10 Mbls de Turbosina con las siguientes características.

**Tabla 8. Características Tres (3) tanques de 10 Mbls de Turbosina.**

DATOS GENERALES					
1	Servicio / Área	Tanque de almacenamiento Combustible Diesel			
2	Clave	TV-140	7	Fabricante	*
3	Cantidad requerida (piezas)	1 (una) pieza	8	Modelo	No aplica
4	DTI	A-503	9	Tipo de domo	Domo geodésico
5	Tipo de tanque	Atmosférico	10	Configuración	Cilindrico vertical
6	Instalación	Superficial	11	Soportes	No aplica
CONDICIONES DE DISEÑO					
12	Fluido	Turbosina	20	Tipo de operación	Continua, 365 días
13	Características de fluido	Líquido inflamable	21	Presión atmosférica (psia)	14.65
14	Capacidad nominal (BLS)	10,000	22	Presión de operación bar m.	0 (atmosférica)
15	Flujo de entrada/salida (GPM)	900 / 500	23	Temperatura de operación °C	20-32
16	Diámetro interno (mm)	12,954	24	Presión máxima de diseño psi m	0 (atmosférica)
17	Altura del cuerpo(mm)	12,192	25	Temperatura de diseño °C	45
18	Densidad relativa	0.8214 (a 20/4°C)	26	Presión de vapor (psia)	0.6
19	Viscosidad (cP)	0.541	27	Código de diseño	API-650

**Fuente:** Memoria técnica de la T.A.R. B.C.E.T.

Los tanques de almacenamiento de gasolinas contarán con membrana interna flotante tipo pontones, y estarán equipados con sistema de tele-medición en cumplimiento a la NOM-EM-003-ASEA-2016.

Los tanques de almacenamiento contarán con diques de contención para confinar derrames, cuya capacidad volumétrica mínima será la necesaria para contener la capacidad total nominal del tanque mayor, más el volumen que otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, más el volumen de otros elementos que se encuentren en su interior, tales como tubería y soportes. Se diseñarán y construirán para contener y resistir la presión lateral que les pueda transmitir la altura hidrostática considerando el líquido almacenado como agua, serán de concreto armado en función del tipo de suelo y zona sísmica, con juntas de expansión de acero inoxidable para absorber las contracciones y expansiones térmicas, conservando la hermeticidad en estas y los cruces de tubería a través del emboquillado con materiales resistentes a los hidrocarburos y al fuego. Los patios internos de los diques de contención serán de concreto armado con una pendiente mínima de 1 % que permita el libre escurrimiento de líquidos hacia registros de drenaje pluvial. En el patio interior de los diques que contengan varios tanques de almacenamiento, se construirán muros intermedios de concreto armado de 0.45 m de altura con el fin de prevenir que un pequeño derrame ponga en peligro la integridad de los otros tanques dentro del dique. Cada una de las subdivisiones señaladas debe tener un sistema de drenaje pluvial y aceitoso independientes.

### **ÁREA DE ALMACENAMIENTO.**

#### **Se construirán catorce (14) tanques de almacenamiento:**

- Un (1) tanque de 30 Mbls para gasolina regular.
- Dos (2) tanques de 20 Mbls para gasolina regular.
- Dos (2) tanques de 10 Mbls para gasolina regular.
- Dos (2) tanques de 10Mbls para gasolina Premium.
- Dos (2) tanques de combustible Diésel de 20 Mbls.
- Dos (2) tanques de 10Mbls. Para Diésel.
- Tres (3) tanques de 10Mbls de Turbosina.

#### **Capacidad de Almacenamiento de 200 Mbls.**

- Primera etapa 50 Mbls. (
- Segunda etapa 100 Mbls.
- Tercera etapa 200 Mbls.
- (Ver tablas 9, 10 y 11).

#### **Descarga y llenado.**

##### **10 posiciones de llenado de autotanques, con capacidad de 1,892.5 lpm (500 GPM).**

Se construirán 6 posiciones en la 1ra, etapa.

##### **30 posiciones de descarga por carrotanques.**

##### **4 posiciones de descarga por autotanques.**

Se construirán 2 posiciones en la 1ra, etapa.

Los tanques de almacenamiento de gasolinas contarán con membrana interna flotante tipo pontones, y estarán equipados con sistema de telemedición. Contaran con diques de contención para confinar derrames, cuya capacidad volumétrica mínima será la necesaria para contener la capacidad total nominal del tanque mayor, más el volumen que otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, más el volumen de otros elementos que se encuentren en su interior, tales como tubería y soportes. Se diseñaran y construirán para contener y resistir la presión lateral que les pueda transmitir la altura hidrostática considerando el líquido almacenado como agua, serán de concreto armado en función del tipo de suelo y zona sísmica, con juntas de expansión de acero inoxidable para absorber las contracciones y expansiones térmicas, conservando la hermeticidad en estas y los cruces de tubería a través del emboquillado con materiales resistentes a los hidrocarburos y al fuego. Los patios internos de los diques de contención serán de concreto armado con una pendiente mínima de 1 % que permita el libre escurrimiento de líquidos hacia

registros de drenaje pluvial. En el patio interior de los diques que contengan varios tanques de almacenamiento, se construirán muros intermedios de concreto armado de 0.45 m de altura con el fin de prevenir que un pequeño derrame ponga en peligro la integridad de los otros tanques dentro del dique. Cada una de las subdivisiones señaladas debe tener un sistema de drenaje pluvial y aceitoso independientes.

El combustible será almacenado en tanques cilíndricos verticales de 10 Mbls, 20 Mbls y 30 Mbls de capacidad nominal, tipo API, con domo geodésico, con membrana interna flotante, anillos de enfriamiento, sistema de inyección de espuma y toda la instrumentación necesaria para su monitoreo y control, ubicados dentro de diques de concreto armado, de 5 capacidad volumétrica suficiente y con sistemas de drenaje aceitoso y pluvial. Como parte del sistema de tele medición de tanques de almacenamiento, se tienen instalados transmisores e indicadores de nivel de combustible y agua en cada uno de los tanques, cuyas señales se unen punto a punto hacia la unidad de control local que concentra las señales de tanques de almacenamiento y estará instalada en la torre de control y oficina de operación, asimismo, se instalaran indicadores de nivel a pie de cada uno de los tanques.

- **Capacidades:**

El Proyecto considera una Terminal de Almacenamiento y Reparto con capacidad de 200 Mbls, (31,800 M<sup>3</sup>), con una etapa inicial de 50 Mb (7,950 M<sup>3</sup>) de almacenamiento para combustibles, la cual incluye la construcción de 02 tanques para almacenar Gasolina Regular 01 TV de 20 Mb (3,180 M<sup>3</sup>) y 01 TV de 10 Mb (1,590 M<sup>3</sup>), Diésel un TV de 10 Mb (1,590 M<sup>3</sup>) y Premium un TV de 10 Mb (1,590 M<sup>3</sup>), para un total de 50 Mb (7,950 M<sup>3</sup>).

**Tabla 9. Etapa inicial de 50 Mb (7,950 M<sup>3</sup>) de almacenamiento para combustibles.**

Producto	Capacidad nominal Mb/M3			Capacidad Mb/M3	
	20 Mb 3,180 M <sup>3</sup>	10 Mb 1,590 M <sup>3</sup>	05 Mb 795 M <sup>3</sup>	Nominal	Útil
Regular	1	1	0	30/4,770	25.50/4,054.5
Premium	0	1	0	10/1,590	8.50/1,351.5
Diésel	0	1	0	10/1,590	8.50/1,351.5
<b>Capacidad Total</b>				<b>50/7,950</b>	<b>42.50/6,757.5</b>

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

La segunda etapa consta de:

**Tabla 10. Segunda etapa de almacenamiento para combustibles.**

Producto	Capacidad nominal Mb/M3			Capacidad MbM <sup>3</sup>	
	30 Mb 4,770 M <sup>3</sup>	10 Mb 1,590 M <sup>3</sup>	05 Mb 795 M <sup>3</sup>	Nominal	Útil
Regular	1			30/4,770	25.50/4,054.5
Premium	0	1		10/1,590	8.50/1,351.5
Diésel	0	1	0	10/1,590	8.50/1,351.5
<b>Capacidad Total</b>				<b>50/7,950</b>	<b>42.50/6,757.5</b>

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

Y la tercera etapa de:

**Tabla 11. Tercera etapa de almacenamiento para combustibles.**

Producto	Capacidad nominal Mb/M3			Capacidad Mb/M3	
	30 Mb 4,770 M <sup>3</sup>	20 Mb 3,180 M <sup>3</sup>	10 Mb 1,590 M <sup>3</sup>	Nominal	Útil
Regular	0	2	1	50/7,950	42.50/6,757.5
Diésel	0	1	0	20/3,180	17.00/2,703
Turbosina	0	0	3	30/4,770	25.50/4,054.5
<b>Capacidad Total</b>				<b>100/15,900</b>	<b>85.00/13,515</b>

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

**Recibo.** - El medio principal será mediante carrotanques, para los productos Regular, Premium y Diésel, contándose además con 4 descargaderas de autotanques para dar flexibilidad a la operación.

**Posiciones de llenado de autos tanque.** - En las 10 posiciones de carga de Auto tanques, se deben construir de inicio con sistemas de llenado por el fondo y sistema de medición y control (llenaderas), con la siguiente asignación.

**Primera etapa:**

**Tabla 12. Islas o posiciones de llenado en la Primera Etapa.**

Nº de Llenaderas	Producto	Nº Islas o posiciones de llenado
3	Regular	1, 2, 3
1	Premium	7
2	Diésel	9 y 10

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

El número de tanques de almacenamiento por producto para la primera etapa, fueron calculados en base a las demandas de ventas y traspasos, considerando como mínimo dos tanques de almacenamiento para la gasolina regular, considerado el de mayor demanda, a efecto de contar con la flexibilidad operativa para el recibo de productos y la venta, evitando con esto, la recepción y venta simultaneo en un mismo tanque de almacenamiento, lo cual normativamente no es recomendable para el balance de Productos corregidos a 20°C. Por lo que se refiere a los productos Diésel y Premium, se considera un solo tanque por producto en esta etapa, debiéndose tomar en cuenta las medidas necesarias en los procedimientos operacionales para el recibo y despacho simultaneo de estos productos.

**Segunda etapa:**

**Tabla 13. Islas o posiciones de llenado en la Segunda etapa.**

Nº de Llenaderas	Producto	Nº Islas o posiciones de llenado
2	Regular	1, 2, 3,4 y 5
1	Premium	6 y 7
1	Diésel	8,9 y 10

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

**Capacidad de diseño total de despacho por producto:**

**Tabla 14. Capacidad de diseño total de despacho por producto.**

Nº de Llenaderas	Producto	Capacidad de diseño total de despacho
5	Regular	85,698 bls (13,626 m3)/día
2	Premium	34,279 bls (5,450 m3)/día
3	Diésel	51,4 bls ( 8,175 m3)/día

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

Cada posición de carga deberá operar a un flujo de 1,892.5 LPM (500 GPM) nominal.

La capacidad real de cada posición de llenado es 795 m3 (5,000 bls) por turno de 7 horas día por conexión y desconexión de los equipos.

Se construirán 10 islas de llenado en total, las cuales deberá contar con medición en línea, con la rotulación adecuada al manejo de cada producto y el espacio para alojar la rotulación del procedimiento correspondiente.

- **PRODUCTOS.**

**Productos que se Almacenarán.** - Los Productos destilados serán: Gasolinas Regular y Premium y Combustible Diésel, así como Turbosina los cuales deben de cumplir con la Especificaciones de calidad de los petrolíferos, para gasolina Regular, Premium y Diésel.

**Tabla 15. Productos que se Almacenarán.**

Propiedad	Método	Gasolina Regular	Gasolina Premium	Diésel	Turbosina
Peso específico	ASTM D 1298	X	X	X	X
Contenido de azufre	ASTM D 1266 / ASTM D 4294	X	X	X	X
Presión de vapor	ASTM D 323	X	X	----	X
Prueba de destilación	ASTM D 0086	X	X	X	X
Temperatura	ASTM D 0093	X	X	X	X
Numero de Octano RON	ASTM D 2699	X	X	----	X
Número de Octano MO	ASTM D 2700	X	X	----	X
Número de Cetano	ASTM D 613	----	----	X	----

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

#### ÁREA DE DESPACHO.

Los equipos que integrarán este sistema son 12 bombas distribuidas como sigue: 04 bombas para gasolina Regular, 02 bombas para gasolina Premium, 03 bombas para diésel, 01 de Turbosina, todas de 1,892.5 lpm (500 gpm) , considerándose además 01 de relevo en Regular y 01 de relevo en Diésel, cada una de estas bombas tienen arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores y la conexión al sistema de control supervisorio. La operación de las bombas se realiza de modo automático, controlada desde la Unidad de Control Local, se tendrá una bomba por cada posición de llenado de auto tanques de manera que el número de posiciones de llenado en operación corresponde al número de bombas operando, sin embargo todas las bombas de un mismo tipo de combustible descargan a un cabezal común y alimentan a los brazos de carga del combustible.

La distribución de los combustibles de la Terminal se efectuará por medio de auto tanques, para lo cual se construirán 10 islas de llenado en total, considerando las posiciones 1 para turbosina, 2, 3,4 y 5, de Gasolina Regular 6 y 7 para Premium, 8,9 y 10 para diésel, ( en la etapa 1 será 1 turbosina,2,3 regular, 7 de Premium y 9 y 10 de diésel), debiendo contar con la rotulación adecuada al manejo de cada producto y el espacio para alojar la rotulación del procedimiento correspondiente.

Todas las posiciones de llenado contarán con la instrumentación propia para la medición del combustible y temperatura, así como para el control de la carga de producto, en lo que se denomina "patín de medición" el cual se conformará de válvula de bloqueo, filtro del tipo canasta, medidor de flujo, válvula electrohidráulica VOS, sensor de temperatura, unidad de control local, monitor de prevención de sobrellenado y detector de conexión a tierra.

#### ÁREA DE RECIBO.

Las instalaciones de la Terminal de Almacenamiento de T.A.R. B.C.E.T. estarán compuestas por dos áreas de recibo, una para carro tanques y otra para auto tanques, las cuales se componen de brazos de descarga, válvulas de bloqueo, filtros, equipo de bombeo, patines de medición y toda la instrumentación.

La recepción de los productos por carro tanques en la Terminal, se llevará a cabo mediante la operación de 30 Posiciones de descarga, cada una de ellas, con brazo de descarga para permitir la conexión desde el carro tanque, mediante una bomba centrífuga horizontal de 3,406.5 lpm (900 gpm) que forma parte de un patín de medición.

La recepción por auto tanques, considerada para dar flexibilidad a la planta en caso de fallas en el suministro por ferrocarril, se hará en 04 posiciones de descarga totalmente instrumentadas e integradas al sistema de medición y control, en esta sección debe incluir un paquete de medición para cada una de las posiciones de descarga. El medidor de flujo que será empleado, es un medidor de desplazamiento positivo, con este equipo se controla la cantidad de producto que se descarga, la información se almacena en la unidad de control local (UCL). La descarga será a través de bombas centrífugas de 1,892.5 lpm (500 gpm), calculadas, fabricadas e instaladas de acuerdo a los códigos API, ANSI, ASME, y ASTM, cada posición de descarga contará con detector de conexión a tierra, filtros, UCL, bomba principal, bomba auxiliar, válvulas check, de bloqueo y automáticas.

#### PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS.

Para las etapas de recibo, almacenamiento y despacho de productos serán elaborados observando los principios operativos generales a ser considerados en el diseño de la instalación y requerimientos particulares para arranque, paro y manejo de emergencias.

#### **Tanques de almacenamiento.**

En este subsistema incluye la instalación de instrumentación y equipo (de nivel y temperatura) en cada uno de los tanques de almacenamiento, los cuales se encuentran unidos punto a punto hasta

la Unidad de Control instalada en un gabinete ubicado en la oficina de operación y torre de control, esta unidad de control está enlazada con una Estación de Adquisición de Datos para el monitoreo y control de inventarios. Se construirán tanques del tipo API cilíndrico vertical de cúpula fija del tipo domo geodésico, con membrana interna flotante de contacto completo fabricada en aluminio y sello perimetral de zapata, resistente a las gasolinas oxigenadas, MTBE y TAME.

**Flujo.** - En esta sección no se lleva a cabo el monitoreo o control de flujo, éste se llevará a cabo en oficinas de recibo y medición.

**Presión.** - En esta sección no se lleva a cabo el monitoreo o control de Presión, debido a que la operación de los tanques es atmosférica, la variación de la presión en las líneas de alimentación y de descarga de los tanques es únicamente afectada por el nivel del combustible dentro de los tanques.

**Temperatura.** - Como parte del sistema de temperatura se tendrán instalados transmisores e indicadores en cada uno de los tanques de almacenamiento como parte del sistema de tele medición de los tanques que se encontrarán unidos a través de un lazo de comunicación hacia la unidad de control local de los tanques de almacenamiento que concentra las señales y está instalada en la Torre de control y Oficina de Operación.

**Nivel.** - Como parte del sistema de tele medición de Tanques de Almacenamiento, se tienen instalados transmisores e indicadores de nivel de combustible y agua en cada uno de los tanques, cuyas señales se unen punto a punto hacia la unidad de control local que concentra las señales de tanques de almacenamiento y estará instalada en la torre de control y Oficina de Operación, asimismo, se instalaran indicadores de nivel a pie de cada uno de los tanques.

**Subsistema de MOVs.**- En cumplimiento con lo indicado en el SISTEMA DE AUTOMATIZACION Y CONTROL se instalarán válvulas operadas eléctricamente a la entrada y salida de cada uno de los tanques de almacenamiento de la TABC, localizadas a pie de los diques. Cada válvula motorizada cuenta con un selector de operación Manual/Fuera/Auto, una perilla de operación local para apertura/cierre de la válvula, actuador e interruptores de posición, tarjeta de comunicaciones y bloqueo de alimentación eléctrica.

La recepción de los productos por carrotanques en la Terminal, se llevará a cabo mediante la operación de 30 Posiciones de descarga, cada una de ellas, con brazo de descarga para permitir la conexión desde el carrotanque, mediante una bomba centrífuga horizontal de 3,406.5 lpm (900 gpm) que forma parte de un patín de medición (Los patines de medición serán instrumentados de acuerdo

al SISTEMA DE AUTOMATIZACION Y CONTROL, además de los sistemas de seguridad y control adecuados para tal fin.

**Flujo.** - En esta sección debe incluir un paquete de medición para cada una de las posiciones de descarga. El flujo está determinado por la curva de operación de las bombas y el tipo de combustible que esté siendo descargado, una pequeña variación del flujo puede darse debido a la variación del nivel del tanque al cual estén descargando. El medidor de flujo que será empleado, es un medidor de desplazamiento positivo, con este equipo se controla la cantidad de producto que se descarga, la información se almacena en la unidad de control local (UCL).

**Presión.** - En esta sección únicamente se tiene la indicación de presión local a la descarga de las bombas de combustibles mediante manómetros que son parte de las descargas de las bombas respectivamente.

**Densidad.**- Como parte integrante del sistema de medición y control se utiliza la densidad o gravedad API para la conversión de volumen a volumen corregido por temperatura, por lo que se instalaran instrumentos de medición en línea.

**Temperatura.** - Como parte de los sistemas de medición dentro del equipo paquete se tienen los instrumentos de temperatura tipo RTD. Mediante estos instrumentos se hace la corrección del volumen de los combustibles.

**Nivel.** - Al terminar la operación de descarga de un carrotanque, con el fin de poder utilizar este sistema para la descarga de un tipo de combustible diferente se cuenta con una bomba de desplazamiento positivo pequeña para vaciar la sección de tubería, la bomba y el tanque eliminador de aire enviando el líquido corriente abajo de la válvula check ubicada en el patín de medición. La operación de la bomba para el vaciado del sistema se efectúa a través de los interruptores de nivel tipo flotador localizados en el separador de aire.

**Subsistema de HVs.** - A la salida de las estaciones de medición se tiene un peine de distribución con válvulas de mariposa con actuador manual (alto rendimiento) para direccionar el flujo hacia los diferentes cabezales de acuerdo al tipo de combustible descargado. Cada válvula manual cuenta con un indicador y un interruptor de posición.

EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.

Para la entrega del combustible **se construirán 10 llenaderas** de auto tanques, las cuales recibirán el producto desde los tanques a través de la casa de bombas, para lo cual se utilizarán

bombas centrifugas horizontales equipadas con brazos de carga, válvulas de bloqueo, válvulas automáticas, filtros, patines de medición y toda la instrumentación necesaria para su correcto funcionamiento, de conformidad con la NOM-EM-003-ASEA 2016.

#### ÁREA DE RECIBO:

Las instalaciones de la T.A.R. B.C.E.T. estarán compuestas por **dos áreas de recibo**, una para carro tanques y otra para auto tanques, las cuales se componen de brazos de descarga, válvulas de bloqueo, filtros, equipo de bombeo, patines de medición y toda la instrumentación necesaria para su correcto funcionamiento, de acuerdo con la NOM-EM-003-ASEA 2016.

La recepción de los productos por carro tanques en la Terminal, se llevará a cabo mediante la operación de 30 Posiciones de descarga, cada una de ellas, con brazo de descarga para permitir la conexión desde el carro tanque, mediante una bomba centrífuga horizontal de 3,406.5 lpm (900 gpm) que forma parte de un patín de medición.

La recepción por auto tanques, considerada para dar flexibilidad a la planta en caso de fallas en el suministro por ferrocarril, se hará en 04 posiciones de descarga totalmente instrumentadas e integradas al sistema de medición y control, en esta sección debe incluir un paquete de medición para cada una de las posiciones de descarga. El medidor de flujo que será empleado, es un medidor de desplazamiento positivo, con este equipo se controla la cantidad de producto que se descarga, la información se almacena en la unidad de control local (UCL). La descarga será a través de bombas centrifugas de 1,892.5 lpm (500 gpm), calculadas, fabricadas e instaladas de acuerdo a los códigos API, ANSI, ASME, y ASTM, cada posición de descarga contara con detector de conexión a tierra, filtros, UCL, bomba principal, bomba auxiliar, válvulas check, de bloqueo y automáticas, de acuerdo a lo indicado en la NOM-003-ASEA-2016.

#### ÁREA DE DESPACHO:

Los equipos que integrarán este sistema son 12 bombas distribuidas como sigue: 04 bombas para gasolina Regular, 02 bombas para gasolina Premium, 03 bombas para diésel, 01 de Turbosina, todas de 1,892.5 lpm (500 gpm), considerándose además 01 de relevo en Regular y 01 de relevo en Diésel, cada una de estas bombas tienen arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores y la conexión al sistema de control supervisorio. La operación de las bombas se realiza de modo automático, controlada desde la Unidad de Control Local, se tendrá una bomba por cada posición de llenado de auto tanques de manera que el número de posiciones de llenado en operación corresponde al número de bombas operando, sin embargo todas las bombas de un mismo tipo de combustible descargan a un cabezal común y

alimentan a los brazos de carga del combustible correspondiente, todo de conformidad con lo establecido en la NOM-EM-003-ASEA-2016.

La distribución de los combustibles de la Terminal se efectuará por medio de auto tanques, para lo cual se construirán 10 islas de llenado en total, considerando las posiciones 1 para turbosina, 2, 3,4 y 5, de Gasolina Regular 6 y 7 para Premium, 8,9 y 10 para diésel, ( en la etapa 1 será 1 turbosina,2,3 regular, 7 de Premium y 9 y 10 de diésel ), debiendo contar con la rotulación adecuada al manejo de cada producto y el espacio para alojar la rotulación del procedimiento correspondiente.

Todas las posiciones de llenado contarán con la instrumentación propia para la medición del combustible y temperatura, así como para el control de la carga de producto, en lo que se denomina "patín de medición" el cual se conformará de válvula de bloqueo, filtro del tipo canasta, medidor de flujo, válvula electrohidráulica VOS, sensor de temperatura, unidad de control local, monitor de prevención de sobrellenado y detector de conexión a tierra.

#### BOMBAS DE LLENADERAS DE AUTOTANQUES DE GASOLINAS Y DIÉSEL.

Los Procedimientos Operativos para el proceso de llenado de autotanques tanto gasolinas y diésel serán elaborados de acuerdo a la normatividad vigente. Se utilizarán bombas centrifugas de 1,892.5 lpm (500 gpm), calculadas, fabricadas e instaladas de acuerdo a los códigos API, ASME, y ASTM.

Los equipos que integrarán al subsistema son de 12 bombas distribuidas como sigue: 05 bombas para gasolina Regular, 02 bombas para gasolina Premium, 03 bombas para diésel, todas de 1,892.5 lpm (500 gpm), considerándose además 01 de relevo en Regular y 01 de relevo en Diésel, cada una de estas bombas tienen arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores y la conexión al sistema de control supervisorio.

**Flujo.-** En esta sección no se lleva a cabo monitoreo o control de flujo, ya que este control se realiza en las medidores de las llenaderas de autotanques, la operación de las bombas se realiza de modo automático, controlada desde la Unidad de Control Local, se tendrá una bomba por cada posición de llenado de autotanques de manera que el número de posiciones de llenado en operación corresponde al número de bombas operando, sin embargo todas las bombas de un mismo tipo de combustible descargan a un cabezal común y alimentan a los brazos de carga del combustible correspondiente.

**Presión. -** La presión de descarga de las bombas se lee a través de indicadores locales a la descarga de cada bomba.

También se incluyen válvulas auto reguladoras de presión tipo "backpressure" que están instaladas en la línea de flujo mínimo de las bombas, la presión de ajuste, el tamaño de las mismas, el flujo y la caída

de presión a través de las válvulas reguladoras deberá ser confirmado de acuerdo con las curvas de las bombas proporcionadas por el fabricante.

**Temperatura.** - En los cabezales de recirculación de gasolinas Regular y Premium se contará con instrumentos para el monitoreo de temperatura con una alarma por alta temperatura hacia el sistema de control para proteger el sistema por un calentamiento excesivo de la gasolina cuando por alguna falla en la operación se mantenga en recirculación las bombas por un tiempo prolongado lo que puede ocasionar cavitación en las bombas de gasolina.

#### **Llenaderas de autotanques de gasolinas y diésel.**

La distribución de los combustibles de la T.A.R. B. C. E. T. se efectuará por medio de auto tanques, para lo cual se construirán 10 islas de llenado en total, se instalarán 05 llenaderas (garzas), considerando las posiciones 1, 2, 3,4 y 5, de Gasolina Regular 6 y 7 para Premium, 8,9 y 10 para diésel, ( en la etapa 1 será 1,2,3 regular, 7 de Premium y 9 y 10 de diésel ), debiendo contar con la rotulación adecuada al manejo de cada producto y el espacio para alojar la rotulación del procedimiento correspondiente.

Todas las posiciones de llenado contarán con la instrumentación propia para la medición del combustible y temperatura, así como para el control de la carga de producto, en lo que se denomina "patín de medición" el cual se conformará de válvula de bloqueo, filtro del tipo canasta, medidor de flujo, válvula electrohidráulica VOS, sensor de temperatura, unidad de control local, monitor de prevención de sobrellenado y detector de conexión a tierra.

**Flujo.** - En esta sección se incluye un medidor de flujo tipo turbina para cada una de las líneas que se localizan en las islas de llenado. El flujo será determinado por la curva de operación de las bombas de llenaderas.

**Temperatura.** - Como parte de los paquetes de medición se tienen los instrumentos de temperatura tipo RTD. Mediante estos instrumentos se hace la corrección del volumen de los combustibles.

#### **Requerimientos particulares para arranque y paro.**

Descargaderas de carrotanques, autotanques.

**Tabla 16. Requerimientos particulares para arranque y paro en Descargaderas de carrotanques, autotanques.**

Arranque / paro	Requerimientos particulares
Arranque	Equipo en condiciones de operación.
Arranque	Condiciones operativas alineadas
Arranque	Condiciones operativas UCL
Arranque	Conexión de permiso a tierra
Paro	Desconexión de permiso a tierra
Paro	Termino de descarga

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

Bombas de Llenaderas de Autotanques.

**Tabla 17. Requerimientos particulares para arranque y paro en Bombas de Llenaderas de Autotanques.**

Arranque / paro	Requerimientos particulares
Arranque	Equipo en condiciones de operación.
Arranque	Condiciones operativas alineadas
Arranque	Condiciones operativas UCL
Arranque	Conexión de permiso a tierra y sensor óptico
Paro	Desconexión de permiso a tierra y sensor óptico
Paro	Termino de carga

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

#### **Operaciones de emergencia y paro de emergencia.**

Las Instalaciones de la Terminal han sido diseñadas de forma tal que a falla o contingencias se realice un paro ordenado.

El Sistema de Control de Terminal debe ejecutar el paro de emergencia operativo a solicitud del Subsistema de Seguridad y Contraincendios cuando se presente un evento de fuego seguro y ataque Contraincendio.

El Paro de Emergencia Operativo deberá ejecutar las siguientes acciones:

- Suspensión de las operaciones de carga de autotanques y paro del equipo de bombeo.
- Cierre de las válvulas de salida a llenaderas de autotanques de los tanques de almacenamiento.
- Suspensión de las operaciones de descarga de carrotanques y paro del equipo de bombeo.

Cierre de las válvulas de recibo de productos en descargaderas de carrotanques, autotanques hacia los tanques de almacenamiento.

#### **Paro de emergencia durante descarga de carrotanques.**

En caso de emergencia durante la operación de descarga de carrotanques, el paro se llevará a cabo de acuerdo lo señalado en el plan de respuesta a emergencia.

Paro de emergencia durante carga de autotanques.

En caso de emergencia durante la operación carga de autoanques, el paro se llevará a cabo de acuerdo a lo señalado en el plan de respuesta a emergencia.

Descarga de carrotanques, autotanques.

La terminal será diseñada y construida con 30 descargaderas para carrostanques y 4 para autotanques.

Tendrá flexibilidad de descargar los tres Productos Regular, Premium y Diésel, mediante la instalación de arreglos de tuberías y de un cabezal de distribución, contando además con un sistema de control y medición de productos que maneje el gasto señalado.

Bombas de llenaderas de autotanques de gasolinas y diésel.

Cada bomba centrífuga horizontal, tendrá una capacidad nominal de 1,892.5 lpm (500 gpm) por llenadera, con el siguiente arreglo:

**Tabla 18. Arreglo de bombas centrífugas por cada hidrocarburo.**

Posiciones de A/T	Bombas operación	Bombas de Relevo
Regular	5	1
Premium	2	0
Diésel	3	1
Totales	10	2

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

Para dar flexibilidad operativa, se contará con cabezales colectores de succión y descarga para todo el flujo a manejar y ramales comunes de producto hacia cada una de las posiciones de llenado de auto tanques que se distribuirán en cada posición de llenado. Las conexiones ramal-cabezal deberán ser con accesorios a 45°, con el fin de evitar taponamientos hidráulicos en los cabezales, determinar de acuerdo a la normatividad vigente y a los cálculos de flujo la integración de válvulas de recirculación en los diferentes circuitos de Productos.

#### **Llenaderas de autotanques de gasolinas y diésel**

Se construirán 10 islas de llenado, se instalarán 05 llenaderas, posiciones 1, 2,3, 4 y 5 son de Regular, 02 posiciones 6 y 7 son de Premium, 03 posiciones 8,9 y 10 para diésel, dando flexibilidad operativa a la carga de autotanques. (En la etapa 1 será 1, 2,3 Regular, 7 de Premium y 9 y 10 de diésel).

En el cobertizo de llenaderas, deberá preverse espacio sin obra civil, adecuado para crecimiento futuro de las posiciones de carga adicional, o de instalaciones de mezcla de producto en línea (blending) si el mercado lo requiere, lo cual dará flexibilidad operativa a mediano plazo para el incremento en la capacidad de llenado.

ÁREA DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS, VIGILANCIA Y SEGURIDAD:

**Oficinas administrativas.** – Las oficinas generales se construirán en una superficie aproximada de 750 m<sup>2</sup>, y debe contar con los espacios suficientes para albergar las siguientes áreas para 25 personas.

El diseño debe considerar espacio privado para una Gerencia y cubículos privados para Administración, Operación, Mantenimiento, Contabilidad, Seguridad, Sala de Juntas, bodega para archivo, aula de capacitación para 20 personas, área para comedor, cocineta equipada, un consultorio médico, sanitarios para hombres y mujeres.

La oficina del Gerente, tendrá vista panorámica hacia las áreas de llenaderas, descargaderas y tanques de almacenamiento, así mismo: el cubículo para el consultorio también debe considerar una salida de emergencia hacia las áreas de llenaderas y descargaderas.

Se debe incluir en el diseño de este edificio, dos accesos ubicados en lados opuestos, las puertas de acceso y salida deben ser de doble cristal, automáticas, las puertas para las áreas administrativas en el interior de este edificio, se deben considerar de madera, a excepción de las áreas de servicios, que serán a base de Tableros de aluminio y vidrio.

**Caseta de vigilancia y control de acceso.** - Estará ubicada en la entrada de la Terminal con un área aproximada de 40 m2 de un solo nivel, considerando espacio para la instalación de un tablero de monitoreo y equipo del CCTV, área para almacenar equipo de seguridad como cascos, ropa de algodón, artículos de limpieza, baño para una persona (w.c y lavabo) y cuarto de UPS no requiere falso plafón ni piso falso, las puertas y sus marcos deben de ser de aluminio. Su diseño debe considerar 1 usuarios por turno.

Se tendrá el control de acceso con puerta peatonal y rehilete de cuerpo completo, operada con tarjeta electrónica y manualmente en caso de ser necesario con redundancia a huella digital, además de un sistema de plumas y estaciones de tarjetas lectoras para la entrada y salida de los autos tanques.

**Torre de control.** - Diseñar el edificio en dos niveles con un área aproximada de 120 m2; planta baja con cuarto eléctrico, baño de uso común (W.C y lavabo); en la planta baja estará el ingeniero de línea. Considerar 2 personas en planta baja.

La torre de control diseñada con espacio en planta alta para la instalación de un tablero de control y espacio para dos personas, debe tener acceso visual hacia las áreas de llenaderas, descargaderas y del patio de tanques de almacenamiento. Considerar 2 personas en planta alta.

**Baños y vestidores generales.** - Estas instalaciones se diseñarán para los servicios de 10 personas con separación de los servicios para 6 hombres y 4 mujeres, con área de vestidores con lockers y puertas de aluminio, bancas de concreto con acabado cerámico, servicio de agua fría y caliente, contemplando la opción de utilizar, para efectos de ahorro de energía un set de panel solar. En mingitorios, con operación electrónica, con pisos de losa cerámica antiderrapante sin plafón las puertas con sus marcos de aluminio.

#### INSTALACIÓN ELECTRICA:

La Subestación Eléctrica de CFE será la más cercana al sitio potencial del circuito de media tensión de la zona, por lo que es la que suministrará la energía eléctrica para el proyecto, dicha subestación esta interconectada con el sistema nacional de distribución de energía eléctrica. Esta

acometida estará formada por una línea aérea trifásica en media tensión de 13,2 kV, 3 fases, 3 hilos, 60 hz, para alimentar la carga total requerida.

El circuito alimentador de la acometida dentro de las instalaciones de la T. A. R. B.C.E.T., será llevado a través de un conductor eléctrico subterráneo y registros eléctricos, desde el punto de acometida hasta la subestación eléctrica designada para distribuir la energía a todas las instalaciones de la Terminal.

Los registros eléctricos se diseñarán de acuerdo a la NOM-001-SEDE y las tapas de los registros eléctricos serán de fibra de vidrio de alto impacto.

Para corregir y mantener el factor de potencia del sistema eléctrico a un valor mínimo de 0,9, se deben instalar bancos automáticos de capacitores. El diseño, fabricación y pruebas de estos bancos de capacitores deben cumplir con lo indicado en la NOM-001-SEDE.

Los circuitos alimentadores de distribución dentro de las instalaciones de la T. A. R. B.C.E.T, serán llevados a través de conductores eléctricos subterráneos, registros eléctricos subterráneos (para áreas no clasificadas) o cajas de conexiones o de paso en áreas clasificadas, desde la subestación eléctrica o cuarto de control eléctrico designada para distribuir la energía hasta los límites de las instalaciones consideradas a alimentar.

Los requerimientos de instalación para el alambrado a equipos eléctricos deben cumplir con lo establecido en la NOM-001-SEDE y NFPA 70.

Para asegurar la continuidad de servicios esenciales de las instalaciones del proyecto se utilizará Grupo Generador (planta de emergencia), para CCM, las válvulas operadas eléctricamente de productos y contraincendios, el 100% del alumbrado de edificios y exterior, SFI'S para instrumentación.

Los motores eléctricos de inducción jaula de ardilla y síncronos requeridos para las instalaciones del proyecto, deben cumplir con las normas NOM-001-SEDE y NFPA 70.

Todos los motores eléctricos deben ser de eficiencia Premium, el aislamiento del devanado de los motores debe ser clase F, los ventiladores deben ser metálicos, deben tener tratamiento anticorrosivo con lubricación.

#### INSTALACION MECANICA:

Esta se compone básicamente de tanques de almacenamiento, equipo de bombeo y tuberías.

Se construirán tanques del tipo API cilíndrico vertical de cúpula fija del tipo domo geodésico, con membrana interna flotante de contacto completo fabricada en aluminio y sello perimetral de zapata, resistente a las gasolinas oxigenadas, MTBE y TAME. Se considera también la instalación de instrumentación y equipo (de nivel y temperatura) en cada uno de los tanques de almacenamiento,

los cuales se encuentran unidos punto a punto hasta la Unidad de Control instalada en un gabinete ubicado en la oficina de operación y torre de control, esta unidad de control está enlazada con una T. A. R. B.C.E.T de Adquisición de Datos para el monitoreo y control de inventarios.

**Equipo dinámico (bombas)**, ver las características y especificaciones en el apartado I.1. Bases de Diseño del presente estudio.

Los Procedimientos Operativos para el proceso de llenado de autotanques tanto gasolinas y diésel serán elaborados de acuerdo a la normatividad vigente. Se utilizarán bombas centrífugas de 1,892.5 lpm (500 gpm), calculadas, fabricadas e instaladas de acuerdo a los códigos API, ASME, y ASTM.

Los equipos que integrarán al subsistema son de 12 bombas distribuidas como sigue: 05 bombas para gasolina Regular, 02 bombas para gasolina Premium, 03 bombas para diésel, todas de 1,892.5 lpm (500 gpm), considerándose además 01 de relevo en Regular y 01 de relevo en Diésel, cada una de estas bombas tienen arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores y la conexión al sistema de control supervisorio.

La **tubería de conducción** cumplirá con las especificaciones estándar de la industria de la tubería para servicio de producto refinado conforme a los requisitos establecidos en las normas ANSI/ASME B36.10 y ASME B31.3, en lo que resulten aplicables. Se usará tubería superficial, en trincheras y pasos elevados entre las estaciones de carga de auto tanques y los tanques de almacenamiento, entre los tanques de almacenamiento y las plataformas de descarga de auto tanques, al igual que en la plataforma de descarga de carro tanques.

El **diseño de la tubería**, los materiales, la soldadura, la fabricación, las pruebas no destructivas y las pruebas de presión deberán cumplir con los requisitos para líquidos de baja presión de vapor de las normas aplicables para tubería de proceso. Todos los materiales deberán cumplir estrictamente con el código API 650 vigentes y demás códigos, especificaciones y normatividad que resulte aplicable. Se deberán acatar estrictamente todos los requisitos de prueba de impacto. Se realizarán las pruebas de presión de la tubería en base a la especificación ASME B31.3, recipientes sujetos a presión al ASME Sección VIII Div. I y pruebas no destructivas como lo marca el API, ASME Sección V Edición 2015. La fabricación en taller, pruebas no destructivas y pruebas de presión serán maximizadas para limitar el alcance de trabajo en campo. Se realizarán pruebas no destructivas para un 10% de partes superficiales y 100% de partes subterráneas para el caso de las partes humedecidas por el proceso y las partes de retención de presión.

Al terminar la instalación en campo, se realizarán las pruebas no destructivas en todas las soldaduras de conexión y se ejecutará una verificación de hermeticidad para fugas y de servicio neumático en los sistemas de tubería de drenaje y proceso.

Los soportes para tubería fabricados de concreto, mampostería o similares, deben tener una placa o elemento estructural ahogado y sobresaliente al paño del soporte, el cual debe ser la superficie de contacto y deslizamiento entre el soporte y la tubería. Los apoyos y soportes para tubería deben resistir las acciones y combinaciones de acciones de la tubería, incluyendo las cargas por la prueba hidrostática, entre otras. El arreglo de tubería debe tener los soportes necesarios para asegurar que las conexiones no transmitan esfuerzos excesivos a los equipos y mantengan la alineación de la tubería. La tubería debe tener apoyos y soportes permanentes, solo se permiten soportes temporales para la prueba hidrostática. Todos los apoyos se deben fabricar con material que resista las condiciones de servicio y ambientales. El hierro fundido, dúctil y maleable no se permite para apoyos y soportes para tubería, los apoyos se deberán colocar sobre elementos estructurales, no se permiten apoyos sobre rejillas, placas antiderrapantes, barandales, escaleras, sobre el piso sin dados de concreto, entre otros.

#### SISTEMA DE PROTECCIÓN ATMOSFERICA:

La Terminal de T. A. R. B.C.E.T contará con un sistema de puesta a tierra y sistema de protección atmosférica (pararrayos) para las instalaciones y equipos de las diversas áreas tomando como base lo indicado en la NOM-001-SEDE, NFPA 70, NFPA 77 y NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016.

Se debe efectuar el estudio de resistividad del terreno donde se ubicarán las instalaciones de la Terminal una vez que el terreno esté debidamente compactado; el estudio de resistividad del terreno se debe desarrollar y presentar de acuerdo a la normatividad señalada en el párrafo anterior.

Todos los accesorios para la instalación de los sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica deben cumplir con los lineamientos establecidos en la NOM-001-SEDE, NFPA 70, NFPA 77 y NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016.

La resistencia de la red de tierras para el cobertizo de llenaderas de autos tanque debe ser 5 ohm máximo.

La malla de la red general del sistema de puesta a tierra integrara todas las instalaciones que conforman la Terminal con objeto de evitar gradientes de potencial que afecten las instalaciones o generen riesgos a las personas y dar cumplimiento al Artículo 250-86 de la norma NOM-001-SEDE.

La malla de la red general del sistema de puesta a tierra estará construida con conductor de cobre desnudo, temple semiduro, con un calibre de acuerdo a cálculos, pero no menor de 2/0 AWG excepto para la subestación eléctrica que debe ser de 4/0AWG.

Para conexiones subterráneas de la red de puesta a tierra se deben utilizar conectores del tipo de soldadura exotérmica.

Todos los Tanques de almacenamiento de Productos, se deben poner a tierra cuando menos en cuatro puntos opuestos del tanque.

Para conexiones subterráneas de la red de puesta a tierra se utilizarán conectores del tipo de soldadura exotérmica.

#### Sistema de pararrayos:

La T. A. R. B.C.E.T. contará con un sistema de protección atmosférica (pararrayos) para los edificios mayores de 7.5 m, estructuras de más de 15.0 m y edificios con áreas clasificadas, tomando como base lo indicado en la NOM-001-SEDE, NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas debe ser independiente de la red general de tierras, sin embargo, las dos redes de tierras deben interconectarse entre ellas en un punto de la red con cable aislado de un tamaño (calibre) menor al de la red, no menor a 6 AWG, para evitar

diferencias de potenciales entre ellas, tal interconexión debe considerarse desde etapa de proyecto y permanecer interconectadas a menos que exista un requerimiento específico en contra.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas, debe ser diseñado mediante la metodología de la esfera rodante de acuerdo a lo establecido en la NOM-001-SEDE y NFPA 780.

Para el sistema de protección atmosférica no se deben utilizar sistemas de emisión de flujo o sistemas disipadores de energía.

Los tanques de almacenamiento verticales con espesor de pared y de techo de 4,6 mm (3/16 pulg), o mayores, se consideran auto protegidos contra descargas atmosféricas y no se requiere incluir el sistema contra descargas atmosféricas.

Todos los accesorios para la instalación de los sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica deben cumplir con los lineamientos establecidos en la NOM-001-SEDE, NFPA 70 y NFPA 780.

#### SISTEMA DE DRENAJES:

Se contará con 3 tipos de drenajes: pluvial, sanitario y aceitoso. Referente al pluvial para el área de tanques, se tendrán arreglos con válvulas de seccionamiento fuera de diques conforme se indica en la normatividad vigente, para conducir el drenaje pluvial contaminado por derrames aceitosos dentro de diques, hacia el drenaje aceitoso. Todos los registros del drenaje aceitoso, deben contar con sello hidráulico. En cada uno de los diques de contención, el registro de drenaje pluvial anterior a la descarga de aguas en los ramales o tuberías troncales, debe contar con sello hidráulico. El agua pluvial libre de hidrocarburos se descargará, bajo previo análisis y control con válvulas de bloqueo con candados hacia unos registros de captación, para que de ahí y de ser posible, por medio de cuencas y considerando la permeabilidad del terreno, para que por filtración se recarguen los mantos acuíferos en el área de la zona ecológica.

Los sistemas de drenajes aceitosos se deben calcular y diseñar con la capacidad adecuada para que desalojen el volumen total de los efluentes aportados como aguas aceitosas provenientes de las purgas de equipos y maquinarias existentes en el área operativa, las cuales se deben enviar al área de tratamiento de efluentes, así mismo se debe evitar que los hidrocarburos de los drenajes aceitosos fluyan a los drenajes pluviales. Se deben diseñar cárcamos reguladores para controlar el flujo hacia los separadores de aceite del área de tratamiento de efluentes. Los registros de los drenajes aceitosos deben tener sellos hidráulicos en las tuberías de llegada a los mismos. Los patios internos de los diques de contención, deben contar con sistemas independientes de drenaje pluvial y aceitoso mediante los cuales, sea posible el manejo selectivo de los efluentes para descargarlos en las tuberías troncales de drenaje pluvial o aceitoso, según sea el caso. Los drenajes se deben construir de manera que no produzcan filtraciones al subsuelo y su diseño, debe permitir la limpieza de los depósitos y sedimentos.

En las áreas de tanques de almacenamiento, las copas y registros de purga de los drenajes aceitosos se deben diseñar de tal manera que se evite la introducción de materiales que se hayan acumulado dentro del dique.

Las copas de purga deben descargar a registros aceitosos, los cuales deben tener sellos hidráulicos para evitar la propagación de incendios.

El diámetro mínimo de las tuberías que aplica en la red de los drenajes aceitosos es de 10 cm (4 pulgadas), aunque el resultado del diseño indique un diámetro menor. En áreas de diques se debe considerar la aportación pluvial, en esta área se debe tener el sistema pluvial con válvulas de bloqueo (bypass) que permitan el control selectivo de la salida de afluentes.

La losa de piso en el área de tanques de almacenamiento será a base de concreto con una pendiente de al menos 1% para permitir el escurrimiento y recolección de derrames. El área estará delimitada por un dique perimetral a base de concreto, dimensionado en función de la capacidad de los tanques de almacenamiento que rodea. Tanto el dique como la losa de piso deben estar sellados de manera que no permitan ninguna filtración y resistan el contacto con hidrocarburos.

Las áreas de carga y descarga de productos petrolíferos, deben tener drenajes aceitosos y pluviales. Cada isla y el espacio entre ellas deben contar con registros para drenajes aceitosos provistos de sellos hidráulicos que capten posibles derrames de hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.

Las casas de bombas deben contar con drenajes aceitosos para sardineles de equipo, purgas, cobertizo principal y trincheras de tuberías y con drenajes pluviales para las demás áreas.

Los efluentes del drenaje aceitoso descargarán en el separador API.

#### PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD:

Las Instalaciones de la T.A.R. B.C.E.T. han sido diseñadas de forma tal que a falla o contingencias se realice un paro ordenado.

El Sistema de Control de Terminal debe ejecutar el paro de emergencia operativo a solicitud del Subsistema de Seguridad y Contra incendios cuando se presente un evento de fuego seguro y ataque Contra incendio.

El Paro de Emergencia Operativo deberá ejecutar las siguientes acciones:

- Suspensión de las operaciones de carga de auto tanques y paro del equipo de bombeo.
- Cierre de las válvulas de salida a llenaderas de auto tanques de los tanques de almacenamiento.

- Suspensión de las operaciones de descarga de carro tanques y paro del equipo de bombeo.
- Cierre de las válvulas de recibo de productos en descargaderas de carro tanques, auto tanques hacia los tanques de almacenamiento.

SISTEMA CONTRA INCENDIO:

El sistema de almacenamiento, bombeo y distribución de agua contra incendio, se instalará de conformidad a la normatividad establecida en NFPA 20, 22, 24, 25, 30, y consta de lo siguiente:

Almacenamiento de agua contra incendio, debiendo de considerar para el diseño un tanque de almacenamiento de agua, del tipo vertical con techo tipo cúpula fija soportado, con placa de acero al carbón ASTM-A-283-C, con recubrimiento anticorrosivo en el interior y exterior del tanque, registro de purga tipo API, boquilla de 24" de diámetro para entrada hombre en el techo, (se deberá realizar el análisis correspondiente para determinar el gasto y capacidad de agua en el riesgo mayor de acuerdo a norma) El tanque de agua contra incendio será abastecido a través de bombeo de pozo profundo o red municipal, y deberá prever tomas al exterior de la terminal para el abastecimiento por camiones cisterna.

Deberá contar con una red de agua contra incendios cumpliendo con la normatividad vigente indicada en NFPA 30 y 30A, con hidrantes, monitores y tomas de camión, mangueras, y recirculación de agua, sistema de bombeo principal.

Se construirá un cobertizo contra incendio, el cual se debe diseñar en dos niveles:

Planta Baja: Considerar un espacio para 06 personas, oficina para el ingeniero de seguridad y auxiliar, con piso falso y falso plafón, puertas y marcos de aluminio cuarto eléctrico, un sanitario para hombres y un sanitario para mujeres, y un área para el equipo de protección personal de los bomberos de la T. A. R. B.C.E.T.

Planta Alta: Considerar Cuarto de cómputo para un sistema de gas y fuego, cuarto para operador de sistema automático contra incendio que deberá construirse en el segundo nivel.

Así mismo, el área de la planta baja se utilizara para la ubicación de dos equipos de bombeo principales, paquete de presión balanceada, bomba jockey compresores para equipos de tapón fusible, Bodega cerrada con estantería para los accesorios contra incendio (mangueras, boquillas, extintores, trajes contra incendio, equipo de respiración autónomo) y una bodega abierta para albergar garza telescópica y monitor móvil, previendo espacio suficiente para guarda y estiba de tambores de líquido AR-AFFF.

Para el interior de este edificio se debe incluir la instalación de detectores de humo, alarmas audibles visibles interiores, estaciones manuales de alarma interiores.

El sistema de bombeo de agua contra incendio deberá contar con dos bombas (Una principal y otra de relevo) una operada con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna con capacidad de acuerdo al cálculo hidráulico 11,355 lpm (3,000 gpm), contando con su tablero de control, con sistema automático en el arranque. Este conjunto deberá cumplir con la normatividad vigente indicada en la NFPA 20, 22 y 24, Bomba "jockey" para mantener la presión en la red de contra incendio. Las conexiones ramal-cabezal de succión y descarga de los equipos de bombeo deberán ser con accesorios a 45°, con el fin de evitar taponamientos hidráulicos.

Las bombas de agua contra-incendio, incluida la bomba de mantenimiento de presión "jockey", deben contar cada una con un controlador para el arranque automático, listado y aprobado por UL/FM o equivalente, específicamente para servicio de bombas contra-incendio impulsadas por motor eléctrico o de combustión interna, según sea el caso y cumplir con los capítulos 10 y 12 del NFPA-20 o equivalente en su última edición.

Cada bomba de contra-incendio, incluyendo la bomba de mantenimiento de presión "jockey", debe contar con una toma de presión para el arranque automático, conectada al controlador en forma independiente; cuya conexión debe estar entre la válvula de retención (check) y la válvula de bloqueo, sin válvulas de bloqueo y con dos válvulas de retención separadas a una distancia no menor de 1,5 m (5 pie) y cumplir con los capítulos 10 y 12 del NFPA-20 o equivalente.

Deberá contar con un paquete de presión balanceada que cuente con su tanque de almacenamiento con material resistente al líquido espumante tipo AFFF con capacidad suficiente para 6 horas de operación continua para el riesgo mayor (se deberá incluir inyección superficial e inyección subsuperficial a los tanques de almacenamiento), se deberá aplicar un recubrimiento externo e interno adecuado para evitar la corrosión en el mismo.

Contará con sistema de aspersión de agua en área de llenaderas de auto tanques, descargaderas de carro tanques, descargaderas de auto tanques, área de bombas y tanques de almacenamiento. Se proveerán extintores de la dimensión y tipo apropiados según el análisis de riesgo para la carga de auto tanques y las áreas de descarga de carro tanques cumpliendo con lo establecido en la NOM-002-STPS vigente o la que la sustituya además de aquellas que resulten aplicables.

Deberá contar con un sistema de protección a base de agente limpio en cuarto de telecomunicaciones, SITE del edificio administrativo, así como en el cuarto de control de operaciones.

Se deberá considerar la instalación de un Sistema de Detección de Fuego en tanques de almacenamiento por medio de Sensores de Calor tipo Tapón Fusible, para arranque automático del Sistema Contra Incendio en los tanques de almacenamiento, considerando la instalación de un anillo

de enfriamiento por la parte exterior del tanque y los tapones fusibles, así como el paquete de compresores para aire.

Tablero de detección de humo para señales de los dispositivos de detección y alarma en interior de edificios.

PLANOS DE DETALLE DEL DISEÑO MECÁNICO DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS DE PROCESO Y SISTEMAS DE CONDUCCIÓN.

Se ANEXAN Los planos de diseño de la T. A. R. B.C.E.T (A-IM; INSTALACIÓN MECÁNICA), los cuales están desarrollados conforme la NOM-EM-003-ASEA-2016.

BASES DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE DESFOGUE.

**En los tanques de almacenamiento no se manejan presiones**, el combustible se almacena a la presión atmosférica, en esta fase se cuenta con tuberías de venteo para mantener una presión equilibrada en los tanques y evitar sobrepresiones que pudieran generar alguna explosión o deformaciones en ellos. A continuación se describe su funcionamiento:

#### A) Eventos normales.

Los eventos normales deberán efectuarse por medio de las válvulas de presión - vacío, o boquillas para venteo con dispositivo arrestador de flama.

Las gasolinas con temperatura de inflamación menor a 60 °C, serán almacenadas en tanques verticales los cuales estarán provistos con válvulas de presión vacío con arrestador de flama integrado. Los dispositivos de alivio se mantendrán cerrados mientras no los opere la presión positiva o negativa.

#### B) Venteos de emergencia.

En el presente proyecto de la T. A. R. B.C.E.T, se considera la instalación de membranas internas flotantes en los tanques de almacenamiento de gasolinas para reducir al máximo la emisión de vapores a la atmósfera, así como la instalación de un sistema de recuperación de vapores en cada una de las posiciones de carga de auto tanques, que también estarán equipadas con el sistema de llenado por el fondo, con el fin de mantener las emisiones por debajo del límite de los 80 ppm en cumplimiento a la NOM-EM-003-ASEA-2016, mediante tecnologías de recuperación por el proceso de adsorción-absorción.

### **I.1.2. Proyecto mecánico.**

Dentro del proyecto mecánico de la T.A.R. B.C.E.T. se incluyen tanques de almacenamiento, equipo de bombeo y tuberías:

- a) **Equipo Estático (tanques de almacenamiento)**, ver las características y especificaciones en el apartado I.1. Bases de Diseño del presente estudio.

Se construirán tanques del tipo API cilíndrico vertical de cúpula fija del tipo domo geodésico, con membrana interna flotante de contacto completo fabricada en aluminio y sello perimetral de zapata, resistente a las gasolinas oxigenadas, MTBE y TAME. Se considera también la instalación de instrumentación y equipo (de nivel y temperatura) en cada uno de los tanques de almacenamiento, los cuales se encuentran unidos punto a punto hasta la Unidad de Control instalada en un gabinete ubicado en la oficina de operación y torre de control, esta unidad de control está enlazada con una T. A. R. B.C.E.T de Adquisición de Datos para el monitoreo y control de inventarios.

La nueva Terminal de Almacenamiento **T.A.R. B.C.E.T.**, cuenta con las siguientes características técnicas:

#### **ÁREA DE ALMACENAMIENTO.**

##### **Se construirán catorce (14) tanques de almacenamiento:**

- Un (1) tanque de 30 Mbls para gasolina regular.
- Dos (2) tanques de 20 Mbls para gasolina regular.
- Dos (2) tanques de 10Mbls para gasolina regular.
- Dos (2) tanques de 10Mbls para gasolina Premium.
- Dos (2) tanques de combustible Diésel de 20 Mbls.
- Dos (2) tanques de 10Mbls.
- Tres (3) tanques de 10Mbls de Turbosina.

##### **Capacidad de Almacenamiento de 200 Mbls.**

- Primera etapa 50 Mbls.
- Segunda etapa 100 Mbls.
- Tercera etapa 200 Mbls.

##### **10 posiciones de llenado de autotanques, con capacidad de 1,892.5 lpm (500 GPM).**

Se construirán 6 posiciones en la 1ra, etapa.

##### **30 posiciones de descarga por carrotanques.**

#### **4 posiciones de descarga por autotanques.**

Se construirán 2 posiciones en la 1ra, etapa.

Los tanques de almacenamiento de gasolinas contarán con membrana interna flotante tipo pontones, y estarán equipados con sistema de tele-medición. Contaran con diques de contención para confinar derrames, cuya capacidad volumétrica mínima será la necesaria para contener la capacidad total nominal del tanque mayor, más el volumen que otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, más el volumen de otros elementos que se encuentren en su interior, tales como tubería y soportes. Se diseñaran y construirán para contener y resistir la presión lateral que les pueda transmitir la altura hidrostática considerando el líquido almacenado como agua, serán de concreto armado en función del tipo de suelo y zona sísmica, con juntas de expansión de acero inoxidable para absorber las contracciones y expansiones térmicas, conservando la hermeticidad en estas y los cruces de tubería a través del emboquillado con materiales resistentes a los hidrocarburos y al fuego. Los patios internos de los diques de contención serán de concreto armado con una pendiente mínima de 1 % que permita el libre escurrimiento de líquidos hacia registros de drenaje pluvial. En el patio interior de los diques que contengan varios tanques de almacenamiento, se construirán muros intermedios de concreto armado de 0.45 m de altura con el fin de prevenir que un pequeño derrame ponga en peligro la integridad de los otros tanques dentro del dique. Cada una de las subdivisiones señaladas debe tener un sistema de drenaje pluvial y aceitoso independientes.

El combustible será almacenado en tanques cilíndricos verticales de 10 Mbls, 20 Mbls y 30 Mbls de capacidad nominal, tipo API, con domo geodésico, con membrana interna flotante, anillos de enfriamiento, sistema de inyección de espuma y toda la instrumentación necesaria para su monitoreo y control, ubicados dentro de diques de concreto armado, de 5 capacidad volumétrica suficiente y con sistemas de drenaje aceitoso y pluvial. Como parte del sistema de tele medición de tanques de almacenamiento, se tienen instalados transmisores e indicadores de nivel de combustible y agua en cada uno de los tanques, cuyas señales se unen punto a punto hacia la unidad de control local que concentra las señales de tanques de almacenamiento y estará instalada en la torre de control y oficina de operación, asimismo, se instalaran indicadores de nivel a pie de cada uno de los tanques.

- **CAPACIDADES.**

El Proyecto considera una Terminal de Almacenamiento y Reparto con capacidad de 200 Mbls, (31,800 M<sup>3</sup>), con una etapa inicial de 50 Mb (7,950 M<sup>3</sup>) de almacenamiento para combustibles, la cual incluye la construcción de 02 tanques para almacenar Gasolina Regular 01 TV de 20 Mb (3,180 M<sup>3</sup>) y 01

TV de 10 Mb (1,590 M<sup>3</sup>), Diésel un TV de 10 Mb (1,590 M<sup>3</sup>) y Premium un TV de 10 Mb (1,590 M<sup>3</sup>), para un total de 50 Mb (7,950 M<sup>3</sup>).

b) **Equipo dinámico (bombas)**, ver las características y especificaciones en el apartado I.1. Bases de Diseño del presente estudio.

Los Procedimientos Operativos para el proceso de llenado de autotanques tanto gasolinas y diésel serán elaborados de acuerdo a la normatividad vigente. Se utilizarán bombas centrifugas de 1,892.5 lpm (500 gpm), calculadas, fabricadas e instaladas de acuerdo a los códigos API, ASME, y ASTM.

Los equipos que integrarán al subsistema son de 12 bombas distribuidas como sigue: 05 bombas para gasolina Regular, 02 bombas para gasolina Premium, 03 bombas para diésel, todas de 1,892.5 lpm (500 gpm), considerándose además 01 de relevo en Regular y 01 de relevo en Diésel, cada una de estas bombas tienen arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores y la conexión al sistema de control supervisorio.

c) La **tubería de conducción** cumplirá con las especificaciones estándar de la industria de la tubería para servicio de producto refinado conforme a los requisitos establecidos en las normas ANSI/ASME B36.10 y ASME B31.3, en lo que resulten aplicables. Se usará tubería superficial, en trincheras y pasos elevados entre las estaciones de carga de auto tanques y los tanques de almacenamiento, entre los tanques de almacenamiento y las plataformas de descarga de auto tanques, al igual que en la plataforma de descarga de carro tanques.

El **diseño de la tubería**, los materiales, la soldadura, la fabricación, las pruebas no destructivas y las pruebas de presión deberán cumplir con los requisitos para líquidos de baja presión de vapor de las normas aplicables para tubería de proceso. Todos los materiales deberán cumplir estrictamente con el código API 650 vigentes y demás códigos, especificaciones y normatividad que resulte aplicable. Se deberán acatar estrictamente todos los requisitos de prueba de impacto. Se realizaran las pruebas de presión de la tubería en base a la especificación ASME B31.3, recipientes sujetos a presión al ASME Sección VIII Div. I y pruebas no destructivas como lo marca el API, ASME Sección V Edición 2015. La fabricación en taller, pruebas no destructivas y pruebas de presión serán maximizadas para limitar el alcance de trabajo en campo. Se realizarán pruebas no destructivas para un 10% de partes superficiales y 100% de partes subterráneas para el caso de las partes humedecidas por el proceso y las partes de retención de presión.

Al terminar la instalación en campo, se realizarán las pruebas no destructivas en todas las soldaduras de conexión y se ejecutará una verificación de hermeticidad para fugas y de servicio neumático en los sistemas de tubería de drenaje y proceso.

Los soportes para tubería fabricados de concreto, mampostería o similares, deben tener una placa o elemento estructural ahogado y sobresaliente al paño del soporte, el cual debe ser la superficie de contacto y deslizamiento entre el soporte y la tubería. Los apoyos y soportes para tubería deben resistir las acciones y combinaciones de acciones de la tubería, incluyendo las cargas por la prueba hidrostática, entre otras. El arreglo de tubería debe tener los soportes necesarios para asegurar que las conexiones no transmitan esfuerzos excesivos a los equipos y mantengan la alineación de la tubería. La tubería debe tener apoyos y soportes permanentes, solo se permiten soportes temporales para la prueba hidrostática. Todos los apoyos se deben fabricar con material que resista las condiciones de servicio y ambientales. El hierro fundido, dúctil y maleable no se permite para apoyos y soportes para tubería, los apoyos se deberán colocar sobre elementos estructurales, no se permiten apoyos sobre rejillas, placas antiderrapantes, barandales, escaleras, sobre el piso sin dados de concreto, entre otros.

d) Sistemas de aire acondicionado y ventilación (HVAC).

Los sistemas de aire acondicionado y ventilación requeridos son los siguientes:

**Tabla 19. sistemas de aire acondicionado y ventilación requeridos**

Edificio	Local	Tipo de sistema
Oficinas Administrativas	Todos los espacios que conforman el interior de las oficinas administrativas	Aire acondicionado
	Área de comedor	Aire acondicionado y presión negativa
	Sanitarios.	Ventilación, presión negativa
Site de Telecomunicaciones Ubicación oficina	Cuarto eléctrico, telecomunicaciones e instrumentación, cuarto de computo.	Aire acondicionado
Sanitarios Choferes	Sanitarios choferes	Ventilación, presión negativa
Laboratorio de control de calidad	Laboratorio	Aire acondicionado y presión negativa
	Bodega de Muestras en General	Ventilación, presión negativa
	Campana	Ventilación, presión negativa
	Sanitarios	Ventilación, presión negativa
	Cuarto de baterías	Ventilación Mecánica
Subestación Eléctrica	Cuarto de tableros (PA)	Aire acondicionado y presión negativa

	Cuarto de charolas (PB)	Aire acondicionado y presión negativa
	Cuarto de baterías	Ventilación, presión negativa
Centro de Control de Motores	Cuarto de tableros (PA)	Aire acondicionado y presión negativa
Baños y vestidores generales	Regaderas, vestidores, casilleros, sanitarios hombres y mujeres.	Ventilación, presión negativa
Cobertizo Contraincendio	Oficina de jefatura	Aire acondicionado
	Cuarto eléctrico	Aire acondicionado
	Cuarto de computo	Aire acondicionado
	Cuarto operador SISTEMA AUTOMATICO CONTRAINCENDIO	Aire acondicionado
	Cuarto de baterías	Ventilación Mecánica
	Sanitarios y cocineta	Ventilación, presión negativa
Oficina, taller de mantenimiento y bodega	Cubículo de oficinas y cocineta	Aire acondicionado
	Almacén, bodega,	Ventilación, presión negativa
Torre de control	Área de operadores	Aire acondicionado
	Cuarto eléctrico	Aire acondicionado
	Cuarto de baterías	Ventilación Mecánica
	Jefatura	Aire acondicionado
	de operadores	Aire acondicionado
	Sanitarios	Ventilación mecánica, presión negativa
Caseta de vigilancia	Control de acceso	Aire acondicionado
	Sanitarios y cocineta	Ventilación mecánica, presión negativa

**Fuente:** Bases de diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

#### **d) Equipo de maniobra y mantenimiento.**

Se debe instalar en el taller de mantenimiento una grúa viajera con monorrieles con carro de movimiento, para las maniobras de mantenimiento de las válvulas y motores, por lo que en el desarrollo de la ingeniería se determinaran los detalles técnicos.

### **I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio.**

En cuento al sistema contra incendio con el que contará la T.A.R. B.C.E.T., mismo que se describe en el apartado de I.1. Bases de Diseño. Es el siguiente:

El sistema de almacenamiento, bombeo y distribución de agua contra incendio, se instalará de conformidad a la normatividad establecida en NFPA 20, 22, 24, 25, 30, y consta de lo siguiente:

Almacenamiento de agua contra incendio, debiendo de considerar para el diseño un tanque de almacenamiento de agua, del tipo vertical con techo tipo cúpula fija soportado, con placa de acero al carbón ASTM-A-283-C, con recubrimiento anticorrosivo en el interior y exterior del tanque, registro de purga tipo API, boquilla de 24" de diámetro para entrada hombre en el techo, (se deberá realizar el análisis correspondiente para determinar el gasto y capacidad de agua en el riesgo mayor de acuerdo a norma) El tanque de agua contra incendio será abastecido a través de bombeo de pozo profundo o red municipal, y deberá prever tomas al exterior de la terminal para el abastecimiento por camiones cisterna.

Deberá contar con una red de agua contraincendios cumpliendo con la normatividad vigente indicada en NFPA 30 y 30A, con hidrantes, monitores y tomas de camión, mangueras, y recirculación de agua, sistema de bombeo principal.

Se construirá un cobertizo contra incendio, el cual se debe diseñar en dos niveles:

- **Planta Baja:** Considerar un espacio para 06 personas, oficina para el ingeniero de seguridad y auxiliar, con piso falso y falso plafón, puertas y marcos de aluminio cuarto eléctrico, un sanitario para hombres y un sanitario para mujeres, y un área para el equipo de protección personal de los bomberos de la Terminal.
- **Planta Alta:** Considerar Cuarto de cómputo para un sistema de gas y fuego, cuarto para operador de sistema automatico contraincendio que deberá construirse en el segundo nivel.

Así mismo, el área de la planta baja se utilizara para la ubicación de dos equipos de bombeo principales, paquete de presión balanceada, bomba jockey compresores para equipos de tapón fusible, Bodega cerrada con estantería para los accesorios contra incendio (mangueras, boquillas, extintores, trajes contra incendio, equipo de respiración autónomo) y una bodega abierta para albergar garza telescópica y monitor móvil, previendo espacio suficiente para guarda y estiba de tambores de líquido AR-AFFF.

Para el interior de este edificio se debe incluir la instalación de detectores de humo, alarmas audibles visibles interiores, estaciones manuales de alarma interiores.

El sistema de bombeo de agua contra incendio deberá contar con dos bombas (Una principal y otra de relevo) una operada con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna con capacidad de acuerdo al cálculo hidráulico 11,355 lpm (3,000 gpm), contando con su tablero de control, con sistema automático en el arranque. Este conjunto deberá cumplir con la normatividad vigente indicada en la NFPA 20, 22 y 24, Bomba "jockey" para mantener la presión en la red de contra incendio. Las conexiones ramal-cabezal de succión y descarga de los equipos de bombeo deberán ser con accesorios a 45°, con el fin de evitar taponamientos hidráulicos.

Las bombas de agua contra incendio, incluida la bomba de mantenimiento de presión "jockey", deben contar cada una con un controlador para el arranque automático, listado y aprobado por UL/FM o equivalente, específicamente para servicio de bombas contra incendio impulsadas por motor eléctrico o de combustión interna, según sea el caso y cumplir con los capítulos 10 y 12 del NFPA-20 o equivalente en su última edición.

Cada bomba de contra incendio, incluyendo la bomba de mantenimiento de presión "jockey", debe contar con una toma de presión para el arranque automático, conectada al controlador en forma independiente; cuya conexión debe estar entre la válvula de retención (check) y la válvula de bloqueo, sin válvulas de bloqueo y con dos válvulas de retención separadas a una distancia no menor de 1,5 m (5 pie).

Deberá contar con un paquete de presión balanceada que cuente con su tanque de almacenamiento con material resistente al líquido espumante tipo AFFF con capacidad suficiente para 6 horas de operación continua para el riesgo mayor (se deberá incluir inyección superficial e inyección subsuperficial a los tanques de almacenamiento), se deberá aplicar un recubrimiento externo e interno adecuado para evitar la corrosión en el mismo.

Contará con sistema de aspersion de agua en área de llenaderas de auto tanques, descargaderas de carro tanques, descargaderas de auto tanques, área de bombas y tanques de almacenamiento. Se proveerán extintores de la dimensión y tipo apropiados según el análisis de riesgo para la carga de auto tanques y las áreas de descarga de carro tanques.

Deberá contar con un sistema de protección a base de agente limpio en cuarto de telecomunicaciones, SITE del edificio administrativo, así como en el cuarto de control de operaciones.

Se deberá considerar la instalación de un Sistema de Detección de Fuego en tanques de almacenamiento por medio de Sensores de Calor tipo Tapón Fusible, para arranque automático del Sistema Contra Incendio en los tanques de almacenamiento, considerando la instalación de un anillo de enfriamiento por la parte exterior del tanque y los tapones fusibles, así como el paquete de compresores para aire.

Tablero de detección de humo para señales de los dispositivos de detección y alarma en interior de edificios.

## **I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.**

Las instalaciones de la T.A.R. B.C.E.T. estarán compuestas por dos áreas de recibo, una para carro tanques y otra para auto tanques, las cuales se componen de brazos de descarga, válvulas de bloqueo, filtros, equipo de bombeo, patines de medición y toda la instrumentación necesaria para su correcto funcionamiento, de acuerdo con la NOM-EM-003-ASEA 2016.

La recepción de los productos por carro tanques en la Terminal, se llevará a cabo mediante la operación de 30 Posiciones de descarga, cada una de ellas, con brazo de descarga para permitir la conexión desde el carro tanque, mediante una bomba centrífuga horizontal de 3,406.5 lpm (900 gpm) que forma parte de un patín de medición.

La recepción por auto tanques, considerada para dar flexibilidad a la planta en caso de fallas en el suministro por ferrocarril, se hará en 04 posiciones de descarga totalmente instrumentadas e integradas al sistema de medición y control, en esta sección debe incluir un paquete de medición para cada una de las posiciones de descarga. El medidor de flujo que será empleado, es un medidor de desplazamiento positivo, con este equipo se controla la cantidad de producto que se descarga, la información se almacena en la unidad de control local (UCL). La descarga será a través de bombas centrífugas de 1,892.5 lpm (500 gpm), calculadas, fabricadas e instaladas de acuerdo a los códigos API, ANSI, ASME, y ASTM, cada posición de descarga contará con detector de conexión a tierra, filtros, UCL, bomba principal, bomba auxiliar, válvulas check, de bloqueo y automáticas, de acuerdo a lo indicado en la NOM-003-ASEA-2016.

El combustible será almacenado en tanques cilíndricos verticales de 10 Mbls, 20 Mbls y 30 Mbls de capacidad nominal, con domo geodésico tipo API, con membrana interna flotante, anillos de enfriamiento, sistema de inyección de espuma y toda la instrumentación necesaria para su monitoreo y control, ubicados dentro de diques de concreto armado, de capacidad volumétrica suficiente y con sistemas de drenaje aceitoso y pluvial todo en cumplimiento y concordancia con la NOM-EM-003-ASEA

2016. Como parte del sistema de tele medición de tanques de almacenamiento, se tienen instalados transmisores e indicadores de nivel de combustible y agua en cada uno de los tanques, cuyas señales se unen punto a punto hacia la unidad de control local que concentra las señales de tanques de almacenamiento y estará instalada en la torre de control y oficina de operación, asimismo, se instalarán indicadores de nivel a pie de cada uno de los tanques.

Para la entrega del combustible se construirán 10 llenaderas de auto tanques, las cuales recibirán el producto desde los tanques a través de la casa de bombas, para lo cual se utilizarán bombas centrifugas de 1,892.5 lpm (500 gpm), calculadas, fabricadas e instaladas de acuerdo a los códigos API, ASME, y ASTM. equipadas con brazos de carga, válvulas de bloqueo, válvulas automáticas, filtros, patines de medición y toda la instrumentación necesaria para su correcto funcionamiento, de conformidad con la NOM-016-CRE-2016.

Los equipos que integrarán este sistema son 12 bombas distribuidas como sigue: 04 bombas para gasolina Regular, 02 bombas para gasolina Premium, 03 bombas para diésel, 01 de Turbosina, todas de 1,892.5 lpm (500 gpm), considerándose además 01 de relevo en Regular y 01 de relevo en Diésel, cada una de estas bombas tienen arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores y la conexión al sistema de control supervisorio. La operación de las bombas se realiza de modo automático, controlada desde la Unidad de Control Local, se tendrá una bomba por cada posición de llenado de auto tanques de manera que el número de posiciones de llenado en operación corresponde al número de bombas operando, sin embargo todas las bombas de un mismo tipo de combustible descargan a un cabezal común y alimentan a los brazos de carga del combustible correspondiente.

En la **T.A.R. B. C.E.T.** se realizan básicamente tres actividades que son: la recepción de productos, el almacenamiento y despacho; y la comercialización.

El funcionamiento de la **T.A.R. B.C.E.T.** de manera general se resumen en cuatro puntos como son:

- 1) Recepción de los productos petrolíferos por carro tanques de ferrocarril,
- 2) Descarga a través de equipo de bombeo, tuberías y sistema de medición y control,
- 3) Almacenamiento en tanques verticales API.
- 4) Suministro a los auto tanques para entrega a los clientes por medio de equipo de bombeo, tuberías, medición y control en las llenaderas.
- 5) Transvase de combustibles en carros tanque.

A continuación, se describe a detalle la operación de la "**T.A.R. Baja California Energy Translogistics**":

---

1) La **Recepción de los productos** a la **T.A.R. B. C.E.T.** será mediante **carro tanques de ferrocarril**; se estima un suministro de 20 carro tanques tres veces por semana. Con capacidad de 660 barriles c/u (27,711 gal) equivalentes a **104,940.00 Litros**.

2) La **Descarga** en el **área de recibo de carro tanques** con **30 posiciones de descarga** que cuentan con filtro, válvulas, acopladores API y cabezales de tubería de acero al carbón ASTM, así como bombas de descarga para cada producto, patín de medición y control automático.

**Cobertizo de recibo y medición con 22 bombas tipo centrífuga** horizontal para bombeo de carro tanques hacia tanques de almacenamiento (Ver Tabla siguiente).

**Tabla 20. Relación de Bombas Centrífugas.**

No.	BOMBA CENTRIFUGA N°	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS		NOTAS	Observaciones
			POTENCIA (HP)	CAPACIDAD (GPM)		
1	GA-100	GASOLINA MAGNA	50	900	4*	Descarga carro tanque
2	GA-100/R (REELEVO)	GASOLINAS	50	900		Descarga carro tanque (Relevo)
3	GA-301	GASOLINA MAGNA	40	500	4*	Despacho
4	GA-302		40	500	4*	Despacho
5	GA-303 (Futuro)		40	500	4*	Despacho
6	GA-304 (Futuro)		40	500	4*	Despacho
7	GA-300R	GASOLINAS	40	500	4*	Despacho (Relevo)
8	GA-101	GASOLINA PREMIUM	50	900	4*	Descarga carro tanque
9	GA-201	GASOLINAS	30	500	4*	Descarga auto tanque
10	GA-203 (FUTURO)		30	500	4*	Descarga auto tanque
11	GA-305	GASOLINA PREMIUM	40	500	4*	Despacho
12	GA-306 (FUTURO)	GASOLINA PREMIUM	40	500	4*	Despacho
13	GA-102	DIÉSEL	50	900	4*	Descarga carro tanque
14	GA-202 (FUTURO)		30	500	4*	Descarga auto tanque
15	102/R (REELEVO)		50	900	4*	Descarga carro tanque
16	GA-307		40	500	4*	Despacho
17	GA-308		40	500	4*	
18	GA-309 (FUTURO)		40	500	4*	
19	GA-307 (REELEVO)		40	500	4*	
20	GA-101	TURBOSINA	30	500	4*	Descarga auto tanque
21	GA-200		30	500	4*	
22	GA-300		40	500	4*	Despacho
<b>Total: 22 bombas centrifugas de descarga de carro tanques</b>						

**Fuente:** Diagrama de flujo de proceso (T.A.R. B.C.E.T.).

**Notas:** 2. se consideran carrotanques de 660 barriles C/U (27,711 gal) o 104,940.00 l. por lo que se requiere un flujo aproximado de 866 GPM para descargar los 30 carrotanques en 16 horas. 2, la 4. Bomba GA-100R y GA-300R funcionara como bomba de relevo tanto para gasolina magna como para gasolina Premium dependiendo de los requerimientos.

3) Para el **almacenamiento de los productos (Hidrocarburos)**, en la **T.A.R. B.C.E.T.** tiene contemplada un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen (14 tanques verticales tipo API de cúpula fija con membrana interna flotante con capacidades de 10, 20 y 30 Mbls. para un total de 200 Mbls.), mismos que a su vez estarán dentro de cubetos o diques para contener el producto del tanque en caso de un derrame con capacidad de 1.2 veces la capacidad de cada tanque de almacenamiento (Ver Tabla siguiente).

**Tabla 21. Relación de Tanques de Almacenamiento en la T.A.R. B.C.E.T.**

TANQUE N°	PRODUCTO	VOLUMEN (Bls)		TIPO DE TECHO	ESPECIFICACIONES	VOLUMEN (Lts.)	
		CAPACIDAD NOMINAL (BLS)	OPERATIVA (BLS)			CAPACIDAD NOMINAL (Lts.)	OPERATIVO (Lts.)
TV-01	GASOLINA MAGNA	20,000	18000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:18.3 m ALTURA: 12.2 m	3,180,000	2,862,000
TV-02		10,000	9000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:12.9 m ALTURA: 12.2 m	1,590,000	1,431,000
TV-03	GASOLINA PREMIUM	10,000	9000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:12.9 m ALTURA: 12.2 m	1,590,000	1,431,000
TV-04	DIÉSEL	10,000	9000		TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:12.9 m ALTURA: 12.2 m	1,590,000	1,431,000
TV-05	GASOLINA PREMIUM	10,000	9000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:12.9 m ALTURA: 12.2 m	1,590,000	1,431,000
TV-06	GASOLINA MAGNA	30,000	27000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:22.3 m ALTURA: 12.2 m	4,770,000	4,293,000
TV-07	DIÉSEL	10,000	9000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO	1,590,000	1,431,000

					DIAMETRO:12.9 m ALTURA: 12.2 m		
TV-08	GASOLINA MAGNA	20,000	18000		TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:18.3 m ALTURA: 12.2 m	3,180,000	2,862,000
TV-09	DIÉSEL	20,000	18000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:18.3 m ALTURA: 12.2 m	3,180,000	2,862,000
TV-10	MAGNA	10,000	9000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:12.9 m ALTURA: 12.2 m	1,590,000	1,431,000
TV-11	MAGNA	20,000	18000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:18.3 m ALTURA: 12.2 m	3,180,000	2,862,000
TV-12	TURBOSINA	10,000	9000	CÚPULA	TANQUE ATMOSFERICO DIAMETRO:12.9 m ALTURA: 12.2 m	1,590,000	1,431,000
TV-13		10,000	9000	CÚPULA		1,590,000	1,431,000
TV-14		10,000	9000	CÚPULA		1,590,000	1,431,000
<b>TOTAL</b>		<b>200,000.00</b>	<b>180000</b>	<b>--</b>	<b>----</b>	<b>31,800,000</b>	<b>28,620,000</b>

**Fuente:** Diagrama de flujo de proceso (T.A.R. B.C.E.T.).

4) **Despacho** a los auto tanques para entrega a los clientes por medio de equipo de bombeo, medición y control en las llenaderas. La **T.A.R. B.C.E.T.** se hará mediante auto tanques (camiones) a razón de 30 a 40 camiones diarios. Con capacidad de **40, 000.00 Litros**. Para lo cual se contará con las siguientes instalaciones (ver Tabla 12. Relación de Bombas):

**Área de recibo de auto tanques** con **4 posiciones de descarga** que cuentan con filtro, válvulas, brazos de descarga y cabezales de tubería de acero al carbón ASTM, así como bombas de descarga para cada producto, patín de medición y control automático.

**Área de llenado de auto tanques** con **10 posiciones de llenado** equipadas con filtro, válvulas, brazos de carga y cabezales de tubería de acero al carbón ASTM, patín de medición y control automático.

**Casa de bombas de despacho con 22 bombas tipo centrifuga** horizontal para alimentar las posiciones de llenado de auto tanques (Ver Tabla 20. Relación de bombas centrifugas).

### **I.2.1. Hojas de seguridad.**

En la T.A.R. B.C.E.T. proyectada como se ha citado se manejarán combustibles como son: gasolina regular (Magna), gasolina Premium, diésel así como Turbosina, los cuales son considerados como peligrosos de acuerdo a la clasificación CRETI (inflamabilidad), por lo anterior es necesario contar para la operación de la T.A.R. B.C.E.T. con las hojas de seguridad a fin de disponer de información sobre los compuestos químicos de las gasolinas, turbosina y diésel, donde se especifican detalles sobre el uso, el almacenaje, el manejo, los procedimientos de emergencia y los efectos potenciales a la salud relacionados con estos materiales (Ver Hojas de Seguridad en anexo).

#### ANEXO 7. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD:

7.1.- Gasolina Magna.

7.2.- Gasolina Premium.

7.3.- Diésel.

7.4.- Turbosina

7.5.- Gas L.P. (**Nota:** Dentro de la T.A.R. B.C.E.T. no se maneja GAS L.P., se incluye por las simulaciones hechas para las Plantas que se encuentran en la zona de estudio con posible interacción de riesgo)

### **I.2.2. Almacenamiento.**

Como se ha mencionado anteriormente el **almacenamiento de los productos (Hidrocarburos)**, en la **T.A.R. B.C.E.T.** tiene contemplada un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen (14 tanques verticales tipo API de cúpula fija con membrana interna flotante con capacidades de 10, 20 y 30 Mbls. para un total de 200 Mbls.), mismos que a su vez estarán dentro de cubetos o diques para contener el producto del tanque en caso de un derrame con capacidad de 1.2 veces la capacidad de cada tanque de almacenamiento (Ver Tabla 14. Relación de tanques de almacenamiento).

### **I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares.**

#### **Las condiciones y disponibilidad de sistemas y servicios auxiliares.**

- Agua de servicios y usos sanitarios.  
Esta se suministrará del pozo profundo o red municipal existente en la zona; lo cual lo determinará en la etapa de diseño.
- Agua contra incendio.

Esta se suministrará del pozo profundo, red municipal, de los tratamientos de efluentes, y de la recuperación de agua pluvial. Lo cual se determinará en la etapa de diseño.

- Aire de instrumentos y de planta.

Estos se requieren para el accionamiento de válvulas de control contra incendio y los tapones fusibles de las líneas contra incendio de los tanques de almacenamiento la presión a utilizar es de 0 a 10 kg/cm<sup>2</sup>.

- Requerimiento de facilidades de manejo de residuos sólidos.

Dispositivos deben ser tipo paquete de tratamiento y se debe definir en la etapa de diseño.

#### **I.2.4. Pruebas de verificación.**

La ingeniería, procura, construcción, pruebas y puesta en marcha, y en general todo el proceso del proyecto, cumplirá con las Normas oficiales vigentes y con las Especificaciones establecidas para el proyecto de la, **T.A.R. B.C.E.T.** (ver subcapítulo I.1 bases de diseño; las Leyes y normas que se aplicaron al diseño de las instalaciones y equipo).

Las pruebas de campo a los equipos del sistema eléctrico se realizarán por laboratorios especializados y autorizados con los formatos de pruebas de campo especificados para cada caso.

Resultados y documentos:

Se entregarán junto con los resultados de las pruebas, los planos (última revisión) y documentos solicitados en las Normas antes mencionadas de ser el caso.

La T.A.R. B.C.E.T. comprobará la calibración y operación de los equipos e instalaciones, de acuerdo a los resultados proporcionados por el contratista.

En caso de transferencia automática en los tableros de distribución o centro de control de motores la secuencia de operación será verificada de acuerdo a la filosofía de operación del sistema de transferencia automática.

Se levantarán reportes de las pruebas, observaciones y datos de operación de los equipo una vez instalados.

Los equipos que no cumplan con las pruebas serán rechazados. El licitante ganador deberá corregir los defectos encontrados en forma inmediata y comunicar a la supervisión el nuevo programa de pruebas respectivas.

### I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

#### **Para la Operación de la T.A.R. B.C.E.T. los Tanques de almacenamiento.**

En éste subsistema incluye la instalación de instrumentación y equipo (de nivel y temperatura) en cada uno de los tanques de almacenamiento, los cuales se encuentran unidos punto a punto hasta la Unidad de Control instalada en un gabinete ubicado en la oficina de operación y torre de control, esta unidad de control está enlazada con una Estación de Adquisición de Datos para el monitoreo y control de inventarios. Se construirán tanques del tipo API cilíndrico vertical de cúpula fija del tipo domo geodésico, con membrana interna flotante de contacto completo fabricada en aluminio y sello perimetral de zapata, resistente a las gasolinas oxigenadas, MTBE y TAME (Ver en anexo Plano de arreglo general, como Plano de tubería de proceso así como Diagrama de flujo de proceso de la T.A.R. B.C.E.T.).

**Flujo.** - En esta sección no se lleva a cabo el monitoreo o control de flujo, éste se llevará a cabo en oficinas de recibo y medición.

**Presión.** - En esta sección no se lleva a cabo el monitoreo o control de Presión, debido a que la operación de los tanques es atmosférica, la variación de la presión en las líneas de alimentación y de descarga de los tanques es únicamente afectada por el nivel del combustible dentro de los tanques.

**Temperatura.** - Como parte del sistema de temperatura se tendrán instalados transmisores e indicadores en cada uno de los tanques de almacenamiento como parte del sistema de tele medición de los tanques que se encontrarán unidos a través de un lazo de comunicación hacia la unidad de control local de los tanques de almacenamiento que concentra las señales y está instalada en la Torre de control y Oficina de Operación.

**Nivel.** - Como parte del sistema de tele medición de Tanques de Almacenamiento, se tienen instalados transmisores e indicadores de nivel de combustible y agua en cada uno de los tanques, cuyas señales se unen punto a punto hacia la unidad de control local que concentra las señales de tanques de almacenamiento y estará instalada en la torre de control y Oficina de Operación, asimismo, se instalarán indicadores de nivel a pie de cada uno de los tanques.

**Subsistema de MOVs.** - En cumplimiento con lo indicado en el SISTEMA DE AUTOMATIZACION Y CONTROL se instalarán válvulas operadas eléctricamente a la entrada y salida de cada uno de los tanques de almacenamiento de la T.A.R. B.C.E.T., localizadas a pie de los diques. Cada válvula motorizada cuenta con un selector de operación Manual/Fuera/Auto, una perilla de operación local

para apertura/cierre de la válvula, actuador e interruptores de posición, tarjeta de comunicaciones y bloqueo de alimentación eléctrica.

La recepción de los productos por carrotanques en la T.A.R. B.C.E.T., se llevará a cabo mediante la operación de 30 Posiciones de descarga, cada una de ellas, con brazo de descarga para permitir la conexión desde el carrotanque, mediante una bomba centrífuga horizontal de 3,406.5 lpm (900 gpm) que forma parte de un patín de medición (Los patines de medición serán instrumentados de acuerdo al SISTEMA DE AUTOMATIZACION Y CONTROL, además de los sistemas de seguridad y control adecuados para tal fin.

**Flujo.** - En esta sección debe incluir un paquete de medición para cada una de las posiciones de descarga. El flujo está determinado por la curva de operación de las bombas y el tipo de combustible que esté siendo descargado, una pequeña variación del flujo puede darse debido a la variación del nivel del tanque al cual estén descargando. El medidor de flujo que será empleado, es un medidor de desplazamiento positivo, con este equipo se controla la cantidad de producto que se descarga, la información se almacena en la unidad de control local (UCL).

**Presión.** - En esta sección únicamente se tiene la indicación de presión local a la descarga de las bombas de combustibles mediante manómetros que son parte de las descargas de las bombas respectivamente.

**Densidad.**- Como parte integrante del sistema de medición y control se utiliza la densidad o gravedad API para la conversión de volumen a volumen corregido por temperatura, por lo que se instalaran instrumentos de medición en línea.

**Temperatura.** - Como parte de los sistemas de medición dentro del equipo paquete se tienen los instrumentos de temperatura tipo RTD. Mediante estos instrumentos se hace la corrección del volumen de los combustibles.

**Nivel.** - Al terminar la operación de descarga de un carrotanque, con el fin de poder utilizar este sistema para la descarga de un tipo de combustible diferente se cuenta con una bomba de desplazamiento positivo pequeña para vaciar la sección de tubería, la bomba y el tanque eliminador de aire enviando el líquido corriente abajo de la válvula check ubicada en el patín de medición. La operación de la bomba para el vaciado del sistema se efectúa a través de los interruptores de nivel tipo flotador localizados en el separador de aire.

**I.3.1. Especificación del cuarto de control.**

**Torre de control.** – se contempla el diseño del edificio en dos niveles con un área aproximada de 120 m<sup>2</sup>; planta baja con cuarto eléctrico, baño de uso común (W.C y lavabo); en la planta baja estará el ingeniero de línea. Considerar 2 personas en planta baja.

La **torre de control diseñada** con espacio en planta alta para la instalación de un tablero de control y espacio para dos personas, misma que tendrá acceso visual hacia las áreas de llenaderas, descargaderas y del patio de tanques de almacenamiento. Considerar 2 personas en planta alta.

Prever la instalación de piso falso y plafón falso en ambos niveles, las puertas y sus marcos debe de ser de aluminio.

Para la UPS considerar un espacio sin piso falso para la instalación del mismo.

**Lista de edificios y consideraciones para la Estructura principal: (columnas, traveses y losas) y Estructura secundaria: (muros de carga, muros divisorios y muros perimetrales).**

**Tabla 22. Consideraciones para la Estructura principal.**

Edificio	Estructuración
Torre de control y Plataforma de revisión abatible en torre de control.	Estructura de dos niveles, estructura principal a base de concreto reforzado. Estructura de la plataforma a base de perfiles metálicos de acero y escalones de rejilla tipo Irving.

**Fuente:** Bases de Diseño de la T.A.R. B.C.E.T.

**I.3.2. Sistemas de aislamiento.**

Sistemas de contención para derrames:

DIQUES DE CONTENCIÓN.

Los tanques de almacenamiento contarán con diques de contención para confinar derrames, cuya capacidad volumétrica mínima será la necesaria para contener la capacidad total nominal del tanque mayor, más el volumen que otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, más el volumen de otros elementos que se encuentren en su interior, tales como tubería y soportes. Se diseñarán y construirán para contener y resistir la presión lateral

que les pueda transmitir la altura hidrostática considerando el líquido almacenado como agua, serán de concreto armado en función del tipo de suelo y zona sísmica, con juntas de expansión de acero inoxidable para absorber las contracciones y expansiones térmicas, conservando la hermeticidad en estas y los cruces de tubería a través del emboquillado con materiales resistentes a los hidrocarburos y al fuego. Los patios internos de los diques de contención serán de concreto armado con una pendiente mínima de 1 % que permita el libre escurrimiento de líquidos hacia registros de drenaje pluvial. En el patio interior de los diques que contengan varios tanques de almacenamiento, se construirán muros intermedios de concreto armado de 0.45 m de altura con el fin de prevenir que un pequeño derrame ponga en peligro la integridad de los otros tanques dentro del dique. Cada una de las subdivisiones señaladas debe tener un sistema de drenaje pluvial y aceitoso independientes.

#### Sistemas de aislamiento eléctricos:

El aislamiento en las instalaciones eléctricas es por medio de dispositivos para protección contra incendio, los cuales se describen a continuación:

**Sellos "eys".** En la acometida a dispensarios, interruptores y en general cualquier equipo eléctrico que se localice en áreas peligrosas, se colocarán sellos eléctricos en los ductos para impedir el paso de gases, vapores o flamas de un área a otra área de la instalación eléctrica. Se aplicará al sello eléctrico una fibra y compuesto sellador aprobado para su uso en áreas peligrosas para impedir la infiltración de fluidos y humedad al aislamiento exterior de los conductores eléctricos.

**Las canalizaciones** para los conductores eléctricos serán de tubo conduit de pared gruesa tipo 2 de tubo roscado rígido conforme la Norma NMX-B-208-1994.

En áreas peligrosas todos los dispositivos de conexión a las canalizaciones a dispensarios, bombas sumergibles y compresores, tableros, centros de control de motores, cables y conductores, y las conexiones para el sistema de tierras, así como cajas de registro, cajas de conexiones, lámparas, sellos, drenes respiraderos y accesorios que sirvan para alimentación de los sistemas eléctricos serán a prueba de explosión, con recubrimientos internos y externos para evitar fugas por corrosión en ambientes con alto grado de salinidad.

#### Sistema de tierras:

La Terminal de T.A.R. B.C.E.T. contará con un sistema de puesta a tierra y sistema de protección atmosférica (pararrayos) para las instalaciones y equipos de las diversas áreas tomando como base lo indicado en la NFPA77, NFPA y NOM-EM-003-ASEA-2016.

Se debe efectuar el estudio de resistividad del terreno donde se ubicarán las instalaciones de la Terminal una vez que el terreno esté debidamente compactado; el estudio de resistividad del terreno se debe desarrollar y presentar de acuerdo a la normatividad señalada en el párrafo anterior.

Todos los accesorios para la instalación de los sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica deben cumplir con los lineamientos establecidos en la NOM-001-SEDE, NFPA 70, NFPA 77 y NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016.

La resistencia de la red de tierras para el cobertizo de llenaderas de autos tanque debe ser 5 ohm máximo.

La malla de la red general del sistema de puesta a tierra integrara todas las instalaciones que conforman la Terminal con objeto de evitar gradientes de potencial que afecten las instalaciones o generen riesgos a las personas y dar cumplimiento al Artículo 250-86 de la norma NOM-001-SEDE.

La malla de la red general del sistema de puesta a tierra estará construida con conductor de cobre desnudo, temple semiduro, con un calibre de acuerdo a cálculos, pero no menor de 2/0 AWG excepto para la subestación eléctrica que debe ser de 4/0AWG.

Para conexiones subterráneas de la red de puesta a tierra se deben utilizar conectores del tipo de soldadura exotérmica.

Todos los Tanques de almacenamiento de Productos, se deben poner a tierra cuando menos en cuatro puntos opuestos del tanque.

Para conexiones subterráneas de la red de puesta a tierra se utilizarán conectores del tipo de soldadura exotérmica.

Sistema de pararrayos:

La Terminal de T.A.R. B.C.E.T. contara con un sistema de protección atmosférica (pararrayos) para los edificios mayores de 7.5 m, estructuras de más de 15.0 m y edificios con áreas clasificadas, tomando como base lo indicado en la NOM-001-SEDE, NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas debe ser independiente de la red general de tierras, sin embargo, las dos redes de tierras deben interconectarse entre ellas en un punto de la red con cable aislado de un tamaño (calibre) menor al de la red, no menor a 6 AWG, para evitar

diferencias de potenciales entre ellas, tal interconexión debe considerarse desde etapa de proyecto y permanecer interconectadas a menos que exista un requerimiento específico en contra.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas, debe ser diseñado mediante la metodología de la esfera rodante de acuerdo a lo establecido en la NOM-001-SEDE y NFPA 780.

Para el sistema de protección atmosférica no se deben utilizar sistemas de emisión de flujo o sistemas disipadores de energía.

Los tanques de almacenamiento verticales con espesor de pared y de techo de 4,6 mm (3/16 pulg), o mayores, se consideran auto protegidos contra descargas atmosféricas y no se requiere incluir el sistema contra descargas atmosféricas.

Todos los accesorios para la instalación de los sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica deben cumplir con los lineamientos establecidos en la NOM-001-SEDE, NFPA 70 y NFPA 780.

#### **I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.**

##### **I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.**

De los accidentes ocurridos en Terminales de Almacenamiento y Reparto (T.A.R.) se encontraron los registros, siendo en su mayoría por motivos de fallas humanas y no por fallas en el proceso o equipos.

- Incendio (bola de fuego) en las llenaderas de autotanques, generada por chispa en una masa de vapores de gasolina.
- Choque de autotanque contra algún elemento de la zona de llenaderas sin generar derrame de combustible.
- Desprendimiento de conexiones por avance del autotanque sin desconectar, produciendo un derrame de combustible de algunos litros que quedan en la tubería.
- Caídas y atropellamientos en las zonas operativas y de maniobras vehiculares.
- Choques entre vehículos de consecuencias leves.
- Accidentes laborales por motivos de remodelación o mantenimiento de las instalaciones (caídas, machucones, descargas eléctricas).

Eventos registrados de carácter catastrófico:

##### ***ACCIDENTE DE BUNCEFIELD, REINO UNIDO, 2005.***

*Sobre las 6 de la mañana del día 11 de Diciembre de 2005 tuvo lugar una explosión de nube de vapor no confinada en el "Buncefield Oil Storage Depot" (terminal de almacenamiento de Buncefield).*

Como resultado de la explosión que se produjo a partir de la pérdida de contenido de unos de los depósitos de almacenamiento, se sucedieron otras explosiones y un importante incendio, en el que estuvieron involucrados varios depósitos de la instalación.

#### Características de las instalaciones

La terminal de almacenamiento de combustible conocida como "Buncefield Oil Storage Depot", se encuentra en Hemel Hempstead, en el condado de Hertfordshire (Inglaterra), al norte de la ciudad de Londres. En diciembre de 2005, dentro de la terminal se encontraban tres establecimientos distintos, todos ellos afectados por la legislación de accidentes graves en su nivel superior y dedicados al almacenamiento de combustibles:

- Hertfordshire Oil Storage Ltd (HOSL), cuyas instalaciones se encontraban divididas en dos partes, una al este y otra al oeste de la terminal.
- British Pipeline Agency (BPA), cuyas instalaciones se encontraban igualmente divididas en dos partes, una ubicada en la zona norte de la terminal y otra situada en el centro de la misma, entre la HOSL este y la HOSL oeste.
- BP Oil UK Ltd, en la zona sur de la terminal.

En total, la terminal de Buncefield almacenaba unas 194.000 toneladas de combustibles.

Los hidrocarburos se recibían en la terminal a través de tres tuberías y se expedían fuera mediante camiones cisterna, excepto en el caso del jet de aviación, para el que existía un sistema de tuberías que lo distribuía a los aeropuertos de Gatwick y Heathrow.

La terminal se encontraba en una zona industrial, en cuyos alrededores había edificios de negocios y residencias.

#### Descripción del accidente

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

marcha una alarma. Este sistema también falló y, por tanto, no se tuvo registro del nivel alcanzado en el depósito. Sobre las 5:37 horas el tanque se llenó por completo y el combustible comenzó a derramarse.

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

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

Cuando ocurrió la explosión, se calcula que del depósito se habían derramado aproximadamente unos 250,000 litros de combustible.

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

#### *Análisis de las causas del accidente.*

Los fallos en el diseño y mantenimiento de los sistemas de protección para evitar el sobrellenado de tanques deben considerarse como las causas técnicas de la explosión inicial y de la dispersión de contaminantes posterior. Sin embargo, debajo de estas causas inmediatas deben buscarse otras, que afectan al sistema organizativo y al planteamiento de trabajo, y que son realmente las culpables del accidente:

1. El mantenimiento y la gestión de los sistemas ubicados en las instalaciones de HOSL en relación con el sobrellenado de tanques eran deficientes y no tenían un seguimiento continuo, a pesar del hecho de que ambos sistemas eran auditados de forma independiente. En concreto, el sistema de bloqueo por alto nivel se encontraba inoperativo por falta de conocimiento sobre su funcionamiento.

2. La plantilla no disponía de suficiente información para manejar de forma apropiada la entrada de combustible en los almacenamientos, sobre todo datos relacionados con la velocidad de entrada y tiempos de recepción de los hidrocarburos.

3. La producción del establecimiento había aumentado, lo que imponía más presión sobre la plantilla y rebajaba el control de ésta sobre el proceso de almacenamiento de combustible y su monitorización.

Todas estas presiones habían creado en el establecimiento una cultura donde el proceso de operación era prioritario, sin prestar demasiada atención a los procesos de seguridad, para poder cumplir los objetivos de productividad.

Lecciones aprendidas:

El accidente de Buncefield no identifica ni presenta novedades sobre las que investigar o trabajar, sino que este suceso viene a reforzar los principios básicos de la gestión de la seguridad:

1. Debe existir un claro conocimiento de los riesgos de accidente grave en los establecimientos así como del equipamiento crítico y los sistemas diseñados para el control de los mismos.

Esta comprensión y conocimiento debe existir a todos los niveles de la organización y es necesario que se establezca entre todas las secciones y grupos involucrados en el aprovisionamiento, instalación, mantenimiento y operación.

2. Deben existir sistemas y cultura en el establecimiento para detectar las señales de fallo en los sistemas de seguridad críticos y responder ante ellos de forma rápida y efectiva.

En este caso, hay claros signos de que el equipo no se estaba utilizando correctamente para el propósito para el que había sido diseñado y nadie cuestionaba por qué, o qué debía hacerse para cambiarlo.

3. El tiempo y los recursos para los procesos de seguridad deben estar disponibles.

La presión sobre la plantilla y los mandos debe ser entendida y gestionada de forma que éstos tengan capacidad para aplicar procedimientos y sistemas básicos para las operaciones de seguridad.

4. Cuando todo lo anterior esté implantado, deben implantarse sistemas de auditoría efectivos que pongan a prueba los sistemas de gestión y aseguren que estos sistemas están siendo usados y son efectivos.

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

**ACCIDENTE EN UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE EN PUERTO RICO (CARIBBEAN PETROLEUM CORPORATION EN BAYAMÓN).**

El accidente de Caribbean Petroleum Corporation ocurrido por una simple falla en los sensores de nivel de llenado en uno de los tanques de almacenamiento ocasionó el mayor incendio visto en Puerto Rico hasta la fecha. La carencia de redundancia en el sistema de monitoreo y la deficiencia en la seguridad y en el control de procesos en la planta condujeron a una situación catastrófica.

a) Cuatro años después de la ocurrencia del accidente de Buncefield, Inglaterra, se repite prácticamente el mismo escenario de falla en Bayamón, Puerto Rico. El origen del accidente, el mecanismo de liberación de combustible y la fuente de ignición coinciden en ambos casos, a pesar de que los estándares de diseño, construcción y operación de tanques de almacenamiento no son del todo iguales, ni mantienen el mismo nivel de rigurosidad en Europa y América

b) Resulta interesante destacar que la fuga de combustible que desencadenó la catástrofe ocurrió en una región de la planta distinta a la región donde se desarrolló el incendio y se generaron las explosiones. El contenedor sobrellenado ubicado en la zona sur (tanque 105) contribuyó de manera activa en el origen del accidente ocurrido en la zona norte, y luego pasó a un rol pasivo durante el desarrollo del mismo. Así pues, se observa que el mecanismo de falla no estuvo situado dentro de la zona de desastre.

c) La falla en el funcionamiento y monitoreo de sensores de llenado en el nivel primario de contención muestra la falta de seguridad y de redundancia del sistema de control de la planta. Ni los empleados en turno, ni el sistema de monitoreo computarizado pudieron notar oportunamente el sobrellenado de uno de los contenedores. Parece ser que tampoco existía algún control de la cantidad de combustible expedido desde la barcaza en la Bahía de San Juan, desde donde se envió combustible aun después de que el tanque 105 se encontraba lleno, hasta que uno de los bomberos cerró la válvula de flujo del oleoducto. Así pues, una falla momentánea en un sensor de llenado originó el trágico accidente que llevó a CAPECO a declararse en bancarrota.

d) Por otro lado, se cuestiona el desempeño del nivel de contención secundario de la granja de almacenamiento, puesto que no fue útil para contener y manejar adecuadamente el combustible en estado gaseoso que se había escapado del nivel primario. La mezcla volátil de combustible y aire identificada como "neblina", debido a sus propiedades en estado gaseoso, pudo fácilmente sobrepasar los diques de contención del nivel secundario.

e) El equipo de investigación del caso expresó que en la planta había varias posibles fuentes de ignición, lo cual podría indicar que las instalaciones no eran totalmente seguras. Nótese que en su vida de más de 50 años (1955- 2009) CAPECO reflejaba un historial considerable de irregularidades en el sistema de seguridad que incluía fugas de combustible y un incendio dentro de la planta, anterior al de 2009. Además, de acuerdo con la información publicada por integrantes del equipo de investigación, el sistema de drenaje diseñado para conducir aguas pluviales jugó un papel perjudicial, posiblemente permitiendo que la mezcla combustible alcanzase alguna fuente de ignición.

f) La cantidad de personas desalojadas y refugiadas, y de viviendas y negocios afectados está estrechamente relacionada a la ubicación geográfica de la planta de almacenamiento, la cual se sitúa en una zona urbana con una densidad de población relativamente alta. Otro aspecto cuestionable en relación a la ubicación de la planta es su cercanía a cuerpos de agua como ríos y acuífero, los cuales fueron contaminados como consecuencia del accidente de 2009.

#### **ACCIDENTE DE JAIPUR, INDIA**

Sólo seis días después de la catástrofe de CAPECO, el depósito de de Indian Oil Company ubicado en Jaipur, India, estuvo envuelto en un accidente que involucró explosiones y fuego en los 11 tanques que conformaban la granja de almacenamiento de petróleo, queroseno y diésel. El accidente inició a las 7:36 pm el jueves 29 de octubre 2009 con una gran explosión que generó un movimiento telúrico superficial de magnitud Richter 2.3 y un incendio que se mantuvo ardiendo durante 11 días.

Alrededor de 500 mil personas fueron evacuadas, 300 resultaron heridos y 12 fallecieron por causa del accidente. El origen del desastre está asociado a la aparición de una neblina (vapor de petróleo) observada por testigos a partir de las 4:00 pm del mismo jueves. La falla inicial corresponde a una fuga de combustible ocurrida durante la transferencia de líquido entre un tanque de almacenamiento de la planta de Jaipur hacia otro tanque ubicado en una granja cercana, debido a la falla de una válvula de control. Unos 60 mil metros cúbicos de combustible fueron consumidos en el siniestro. Las instalaciones de la compañía petrolera en Jaipur contaban con una granja de almacenamiento, oficinas administrativas, un área de carga y descarga de camiones cisterna, una caseta de bombeo y una cabina de control. Tras sólo 12 años en funcionamiento, las instalaciones quedaron totalmente destruidas y se observó daño en las estructuras de la zona en un radio de unos 2 km. Este accidente fue similar a los ocurridos en Buncefield, Inglaterra y en Bayamón, Puerto Rico en 2005 y 2009, respectivamente.

## **ACCIDENTE EN LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO (TAD) DE SALAMANCA, GUANAJUATO.**

EXCELSIOR

CIUDAD DE MÉXICO

**Petróleos Mexicanos (Pemex)** lamentó el fallecimiento este lunes del trabajador de la empresa que permanecía internado en el Hospital Central Sur de Alta Especialidad de Picacho, en la Ciudad de México, como consecuencia del **accidente ocurrido el pasado día 15 de marzo en su Terminal de Almacenamiento y Despacho (TAD) de Salamanca, Guanajuato.**

En un comunicado, la empresa productiva del Estado expresó sus condolencias a familiares y amigos, y reiteró que brindará todo el apoyo necesario a sus deudos.

Señala que desafortunadamente los ocho trabajadores, tres de Pemex y cinco de las compañías externas que fueron hospitalizados tras la explosión en el área de llenaderas de dicha terminal, han fallecido.

Pemex aclara que continúa la investigación del accidente para determinar las causas que lo provocaron.

### **OTROS ACCIDENTES REGISTRADOS EN MÉXICO EN INSTALACIONES DE PEMEX.**

El pasado 15 de marzo, la empresa reportó una explosión e incendio en el **área de llenaderas de la TAD**, que se encuentra fuera de la refinería de Salamanca, mientras se realizaban maniobras de carga a un autotanque.

Lamentablemente fallece otro trabajador de Pemex hospitalizado por el accidente en la terminal de Salamanca <https://t.co/jNnWCW0mtGpic.twitter.com/V3dlR9m4fa>.

Por último, el 29 de marzo pasado, 17 trabajadores sufrieron lesiones leves debido a un flamazo ocurrido en el interior de un tanque de carga del Chalán Pemex 580, ubicado en la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, en Tamaulipas, mientras realizaban trabajos de corte y retiro de serpentines de calentamiento.

<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2017/05/03/frecuencia-de-accidentes-en-pemex-aumento-20-9>

De la anterior información registrada se concluye con el siguiente párrafo igualmente encontrado de una investigación:

### **INVESTIGACIÓN DE CAUSAS DE EXPLOSIONES EN UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE EN PUERTO RICO<sup>1</sup>**

**Jean Batista Abreu<sup>2</sup> y Luis A. Godoy<sup>3</sup>**

Durante los últimos años, las explosiones e incendios en granjas de almacenamiento de petróleo han ocasionado daños y perjuicios enormes, tanto desde el punto de vista ambiental como económico, causando pérdidas humanas y financieras, y generando altos niveles de contaminación en el medio ambiente.

Chang y Lin (2006) estudiaron y analizaron las causas de 242 accidentes de tanques de almacenamiento de hidrocarburos en instalaciones industriales. Según Chang y Lin, la mayoría de los accidentes estudiados pudieron evitarse si se hubiesen aplicado los principios ingenieriles adecuados. Las causas identificadas de los accidentes son: caída de rayos durante tormentas eléctricas, errores en las labores de mantenimiento, errores operacionales, falla en los equipos mecánicos, sabotaje, rotura o fisura de elementos estructurales, fugas de combustible, problemas en el sistema eléctrico, acción de desastres naturales, y otros, de las cuales los errores humanos provocaron el 30% de las eventualidades, aproximadamente. Un 85% de los accidentes involucran explosiones e incendios, la mayoría ocurridos en terminales o granjas de almacenamiento de productos y en más de 50% de los casos el contenido de los tanques era crudo y productos derivados del petróleo. Asimismo, una revisión de 480 accidentes que involucran fuego en tanques de almacenamiento ocurridos entre 1950 y 2003 (Persson y Lönnermark, 2004) muestra que la cantidad de accidentes crece entre un 20% y un 80% en cada década, reportándose en promedio 16 accidentes anuales en la década de 1990. En muchos de los casos las pérdidas económicas oscilan en cientos de millones de dólares. Es notable que en ambos estudios alrededor de la mitad de los casos registrados ocurrieran en los Estados Unidos de América.

<sup>1</sup> Artículo recibido el 10 de mayo de 2011 y aceptado para publicación el 15 de julio de 2011.

<sup>2</sup> Ex estudiante de Maestría, Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Puerto.

Rico 00680-9000. Actualmente estudiante doctoral, JohnHopkins University. E-mail: jbatist1@jhu.edu

<sup>3</sup> Catedrático, Director del Centro de Investigaciones en Infraestructura Civil, Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura,

Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Puerto Rico 00680-9000, E-mail: luis.godoy@upr.edu

Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 11(2) 109

#### **I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización.**

##### IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN ÁREAS DE PROCESO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.

De acuerdo a los requerimientos para el Estudio de Riesgo Ambiental, el proyecto será evaluado bajo uno o más métodos especiales para identificar, analizar, evaluar, jerarquizar y generar alternativas de mitigación y control de riesgos significativos asociados con equipos y procedimientos críticos, empleando metodologías aceptadas tanto nacional como internacionalmente para el cumplimiento de la normatividad vigente.

Este análisis considera el volumen total del petrolífero a almacenar, cantidad y tipo de tanques de almacenamiento y su ubicación con respecto a otras instalaciones dentro de la planta y límite de propiedad, cantidad, tipo de instalaciones y equipo para operaciones de recepción y entrega de producto, así como su frecuencia, ubicación y capacidad de la red de agua y espuma contra incendio, así como los diversos sistemas de prevención, alarma y supresión.

Considera también la proximidad y densidad de asentamientos humanos, así como de instalaciones especiales que contribuyan a incrementar el riesgo o en su defecto que sean susceptibles al riesgo de la instalación.

Por la naturaleza del proyecto se estableció una zona buffer de protección de 500 metros de acuerdo a los Criterios de Desarrollo Urbano de Gobierno Federal; por su parte la **NOM-EM-003-ASEA-2016** de acuerdo a la capacidad de almacenamiento del tanque con mayor capacidad de la T.A.R. B.C.E.T. de 30,000 barriles, **se establece un radio de protección de 40.15 metros** (Tabla 1 de la Norma) con el fin de salvaguardar la seguridad de la zona. Además de lo anterior también **se establecerá un muro de protección en el perímetro del predio con un mínimo de 2.5 metros de altura a base de concreto armado o material similar resistente al fuego y sobrepresión por explosión;** de tal manera de funcione como muro de abatimiento en caso de que ocurra un evento (incendio o explosión catastrófico en toda el área de almacenamiento) y que por sus características éste llegue a rebasar la superficie de la T.A.R. B.C.E.T.

En forma más específica se determinarán los riesgos más probables mediante la siguiente metodología y técnicas:

El estudio **Estudio de falla y efecto (HAZOP)** que se lleva a cabo asumió que los procesos de las áreas antes mencionadas son esenciales y el diagnóstico preliminar determinó que la opción de

eliminar las sustancias con las que trabaja está fuera del enfoque del estudio debido a que son irremplazables ya que es su materia prima.

El análisis se concentra a las áreas de las cuales la concentración de gases o vapores existen de manera continua, intermitente o periódicamente en el ambiente, bajo condiciones normales de operación, según la **NOM-01-SENER-2012, Instalaciones Eléctricas**, en su artículo 515 PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, la clasificación eléctrica de las áreas se da en la TABLA 515-3 misma que se muestra a continuación:

**Tabla 515-3.- Clasificación eléctrica de las áreas**

Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Equipo interior cuando puedan existir mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Area dentro de 1.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 1.5 y 2.5 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 1.50 hasta 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo. <sup>1</sup>
Equipo exterior cuando pueda haber mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Area dentro 90 centímetros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.

**Fuente:** NOM-01-SENER-2012, Instalaciones Eléctricas

**Tabla 515-3. (Continuación) Clasificación eléctrica de las áreas.**

Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
	2	2	Área entre 90 centímetros y 2.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 90 centímetros hasta 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo
Instalaciones de tanques de almacenamiento dentro de edificios	1	1	Todo el equipo localizado debajo del nivel del suelo.
	2	2	Cualquier equipo localizado en o por encima del suelo .
Tanque - sobre el suelo	1	0	Interior del techo fijo del tanque.
	1	1	Área dentro del dique, en donde la altura del dique es mayor que la distancia desde el tanque hasta el dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
Casco, extremos o techo del tanque y área del dique	2	2	Dentro de 3.00 metros desde el casco del tanque, los extremos o el techo del tanque. También el área dentro del dique hasta el nivel superior de la pared del dique.
Ventilación	1	0	Área dentro de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Área dentro de 1.50 metros del extremo abierto de la ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Techo flotante con techo exterior fijo	1	0	Área entre las secciones del techo flotante y el techo fijo y dentro del casco del tanque.
Techo flotante sin techo exterior fijo	1	1	Área por encima del techo flotante y dentro del casco del tanque.
Abertura para llenado del tanque subterráneo	1	1	Cualquier foso o espacio bajo el nivel del suelo, si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2 o Zona 1 o 2.
	2	2	Hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde cualquier conexión de llenado floja y dentro de un radio horizontal de 1.50 metros desde una conexión de llenado apretada.
Ventilación - Descargando hacia arriba	1	0	Área interior de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Hasta 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 1.50 metros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Llenado de tambores de 200 litros y contenedores – en exteriores o interiores	1	0	Área dentro del tambor o contenedor.
	1	1	Dentro de 90 centímetros de las aberturas de ventilación y llenado, extendiéndose en todas las direcciones.

**Tabla 515-3. (Continuación) Clasificación eléctrica de las áreas.**

Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
	2	2	Área entre 90 centímetros y 1.50 metros desde la abertura de ventilación o llenado, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el piso o el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde las aberturas de ventilación o llenado.
Bombas, purgadores, accesorios de vaciado,			
En el interior	2	2	Dentro de 1.50 metros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 90 centímetros sobre el nivel del piso o suelo, y dentro de 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
En el exterior	2	2	Dentro de 90 centímetros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo y dentro de 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
Fosos y sumideros			
Sin ventilación mecánica	1	1	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o 2.
Con ventilación mecánica adecuada	2	2	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o 2.
Que contengan válvulas, accesorios o tuberías y no estén dentro de un lugar clasificado de la División 1 o 2, o Zona 1 o 2.	2	2	Todo el foso o sumidero.
Zanjas de drenaje, separadores, fosa de contención.			
En el exterior	2	2	Área hasta 45 centímetros sobre la zanja, separador o fosa. Además, área hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, y hasta 4.50 metros horizontalmente desde cualquier borde.
En el interior			Misma clasificación que para los fosos.
Carga de camiones cisterna y vagones cisterna <sup>2</sup> por el domo abierto.	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Hasta 90 centímetros del borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de conexiones en el fondo del tanque con ventilación atmosférica	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Hasta 90 centímetros del punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión de carga.

**Tabla 515-3. (Continuación) Clasificación eléctrica de las áreas.**

Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Oficinas y cuartos de baño	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, reborde o tabique no existieran.
Carga a través de domo cerrado con ventilación atmosférica	1	1	Hasta 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 90 centímetros del borde del domo extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de domo cerrado con control de vapores	2	2	Hasta 90 centímetros del punto de conexión de las líneas tanto de llenado como de vapor, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga por el fondo del tanque con control de vapor y cualquier descarga por el fondo del tanque.	2	2	Hasta 90 centímetros del punto de conexión, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión.
Almacenamiento y taller de reparación de camiones cisterna	1	1	Todos los fosos o espacios bajo el nivel del piso.
	2	2	Area de hasta 45 centímetros sobre el nivel del piso o del suelo en todo el garaje de almacenamiento o taller.
Garajes para vehículos diferentes de camiones cisterna	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar exterior clasificado, todo el cuarto se debe clasificar igual que la clasificación del área en el punto de la abertura.
Almacenaje exterior de barriles	Clasificado		
Recintos internos o casilleros de almacenamiento usados para el almacenamiento de líquidos de Clase I	2	2	Todo el recinto.
Almacenamiento interior cuando no hay transferencia de líquidos inflamables	No clasificado		Si hay cualquier abertura hacia estos cuartos dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, reborde o tabique no existieran.
Muelles y embarcaderos			Ver la Figura 515-3.

---

### **Riesgos por errores humanos:**

Se identifica a como riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia más que las fallas de los equipos a los **errores humanos en el manejo de combustibles**, los cuales se describen a continuación:

- Uno de los **riesgos se presenta en la descarga del carro taque de ferrocarril o auto tanque**, que implica tener 84,000 litros de combustibles sobre nivel de piso. Cualquier derrame o principio de incendio que no logre apagarse o controlarse de inmediato, originará un accidente grave, más aún si lo trasladamos a zonas céntricas o de alta concentración de personas.
- **Falla o deficiencia** en los **programas de mantenimiento** preventivo y correctivo, así como en la supervisión del equipo y en los diferentes procesos.
- No detección de la presencia de combustible en el pozo de absorción del sistema de drenaje.
- **Negligencia del personal operario en la zona de llenaderas y recibo**, tanto por parte de los operadores, como por parte de los clientes.
- **Derrames de combustibles** provocados por inundaciones.
- Vialidades indeterminadas dentro de las instalaciones de la T.A.R.
- **Registros azolvados** con lodo y basura (Falta de mantenimiento).
- Derrames de combustibles provocados por equivocación o negligencia (error humano).
- Falla en el diseño de cimentación de los tanques de almacenamiento.

### **Condiciones de riesgo que se deben identificar para previsión de accidentes:**

- Sistema automático de medida del nivel del tanque.
- Sistema de bloqueo por alto nivel.
- Fuga en el procedimiento de descarga del carro taque de ferrocarril o auto tanque a los tanques de almacenamiento.
- Descuidos en los procedimientos de llenado de los tanques de almacenamiento.
- Fuga en el sistema de manejo, almacenamiento y despacho de combustibles (motobombas, llenaderas, mangueras y accesorios).
- Construcciones en áreas determinadas como peligrosas, sin instalaciones eléctricas en la extensión del área clasificada como peligrosa.
- Equipos eléctricos que no son a prueba de explosión como: equipos electrónicos portátiles, computadoras, celulares, etc., que son trasladados a áreas clasificadas como peligrosas.
- Realización de trabajos en áreas clasificadas como peligrosas, con flama abierta (soplete), y/o herramientas electromecánicas (máquinas, soldadoras, taladros, bombas de achique, sierras, etc.), sin tomar las medidas de seguridad y protección correspondientes.
- Llenaderas operando con equipo de bombeo, medición y control mal instaladas o sin ellas.
- Tanques de almacenamiento temporalmente fuera de operación sin cumplir las medidas de seguridad requeridas.
- Tanques y tuberías operando con vigencia vencida.
- Tanques y tuberías operando con pruebas de hermeticidad vencidas.
- Detección de combustible en contenedores de Llenaderas y/o tanques de almacenamiento.
- Llenaderas operando con mangueras sin válvula de corte.
- Falta de extintores o con carga vencida; en las diferentes áreas de la T.A.R.
- Falla en pruebas de funcionamiento de elementos de seguridad (ejemplo; Sensores de nivel, Sistema de llenado y Detección Electrónica de Fugas e interruptores de paro de emergencia que no operan).

- Sistema de drenaje aceitoso obstruido, sucio o mal diseñado.
- Cimentaciones mal diseñadas en los tanques de almacenamiento.

**Y como agentes externos se tiene los siguientes riesgos:**

- Manifestación de fenómenos naturales destructivos, como sismos, huracanes, erupciones volcánicas u otros.
- Cercanía, conexión e interrelación con otras fuentes de peligro químico, que podrían generar una calamidad encadenada.

Las Condiciones de Riesgo antes descritas deben ser atendidas de manera inmediata para prevenir un accidente; ya que para que éste ocurra, se presenta la siguiente secuencia:

Inicio: (El evento que genera el accidente).

Propagación: (El evento o cadena de eventos que sostiene o amplifica el accidente).

Término: (El (Los) evento (s) que para (n) o disminuye (n) la magnitud del accidente).

La ingeniería de seguridad procura eliminar el evento iniciador, y reemplazar los eventos de propagación por los de término.

"LA PREVENCIÓN DE POSIBLES ACCIDENTES EN TERMINALES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS CONSISTE EN ELIMINAR LOS RIESGOS Y PELIGROS DETECTADOS ANTES DE QUE OCURRAN"

Por lo anterior se hace necesaria una aplicación estricta de la normatividad, reglamentos, leyes y disposiciones aplicables durante la fase de diseño del proyecto, de construcción y operación de la T.A.R. B.C.E.T.

En forma más específica se determinarán los riesgos más probables mediante la siguiente metodología y técnicas:

Identificación de los eventos iniciadores por medio de la aplicación de la técnica denominada "**Estudio de Falla y Efecto o Hazop**", así como la potencialidad del grado de riesgo con la **Evaluación del Índice Dow (fuego y explosión)**. Se procederá a jerarquizar los riesgos, aplicándoles un valor de probabilidad de ocurrencia a cada evento identificado por **Hazop**, y combinando con la **conclusión del índice Dow se establecerá una jerarquía de los incidentes evaluados**.

Para determinar el nivel de riesgo en el caso de fugas de gasolina, se hará uso de técnicas de análisis de seguridad en procesos y en específico se utilizará "índice Dow de fuego y explosión". Se analizará la perspectiva de la confiabilidad de la T.A.R. B.C.E.T. de Hidrocarburos con una técnica sencilla de planificación de contingencias.

### **Estudio de falla y efecto (Hazop).**

El estudio de falla y efecto HAZOP es un método sistemático y estructurado en el cual se identifican los riesgos de un proceso y los problemas de operación potenciales, usando una serie de palabras guías para investigar desviaciones del proceso, la misma técnica puede ser utilizada para identificar los riesgos derivados de fallas en seguir procedimientos y aún de la conducta inadecuada de los operarios.

La aplicación de la técnica requiere de un equipo multidisciplinario para realizar un estudio sistemático de un proceso, usando palabras guías, para descubrir cómo pueden ocurrir las desviaciones del intento del diseño en equipos, acciones, o materiales, y si las consecuencias de estas desviaciones pueden resultar en un peligro.

El objetivo de un estudio HAZOP es checar todo el diseño de un proceso **para detectar desviaciones de la operación e interacciones del proceso**, que podrían dar lugar a **situaciones peligrosas o problemas de Operatividad** como:

- Peligros para la seguridad o salud de los trabajadores.
- Daños al equipo o a la propiedad.
- Problemas para operar o para realizar mantenimiento.
- Calidad del producto.
- Emisiones ambientales.
- Peligros durante la construcción u operación.
- No disponibilidad de la planta.

Hazop provee un método para examinar sistemáticamente las interacciones entre las personas y el equipo. Esto es muy útil para identificar riesgos no detectados en el diseño de las instalaciones, o creados ya en las instalaciones existentes, por cambios en las condiciones de los diseños o en los procedimientos de operación.

Mediante esta técnica se revisará la operatividad de la T.A.R. B.C.E.T. tiene la finalidad de identificar y determinar que los sitios de la instalación futura que estén sujetos a perspectivas de un error en la operación o de diseño. En seguida se desarrolla la técnica mencionada, utilizando los planos de diseño de ingeniería de detalle de la T.A.R. B.C.E.T. en cuestión (ANEXOS).

A continuación se presentan las matrices representadas mediante nodos considerando las cuatro áreas principales de proceso.

**Tabla 23. Estudio de Falla y Efecto, Nodo No. 01.**

Estudio de falla y efecto (Hazop)			
Nodo No. 01		Sección de proceso:	Área de Recepción de (gasolinas, diésel, turbosina)
Parámetro:	Flujo	Servicio:	01. Recepción de los productos petrolíferos por carro tanques de FFCC
Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones
Tramo de vía insuficiente para frenado de FFCC	1.Vía obstruida	Perdidas económicas por contratiempos respecto de lo programado	Despejar el área de recepción de (gasolinas, diésel, turbosina) previo al acceso del FFCC.
	2.Por falla humana (descuido de operador)	Daño en límite de vía por impacto de F.F.C.C.	Entrar a las instalaciones de la TAR BCET respetando el límite de velocidad permitido especificado en mamparas/señalética (preventiva y restrictiva, así como de indicación de proceso de descarga) visibles la entrada/ acceso de F.F.C.C. y área de descarga.

**Fuente:** elaboración propia con metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

**Tabla 23. (Continuación) Estudio de Falla y Efecto, Nodo No. 02.**

Estudio de falla y efecto (Hazop)			
Nodo No. 02		Sección de proceso:	Área de Descarga de (gasolinas, diésel, turbosina)
Parámetro:	Flujo	Servicio:	02. Descarga a través de equipo de bombeo (sistema de medición y control).
Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones
No flujo	3. Bloqueo de línea	No pasa el combustible al tanque de almacenamiento	Revisar la obstrucción en la línea y reparar la falla.
	4. Ruptura de tubería	No se recibe el producto. Derrame parcial	Detener proceso y sustituir tubería dañada.
	5. Conexión errónea	Combustible inadecuado en línea de descarga	Detener el proceso. Conectar a la línea adecuada.
	6. Falla de válvula de flujo	No pasa el combustible al tanque	Revisar y supervisar la instalación.
Menor flujo	7. Bloqueo parcial de la línea	Tiempo excesivo del llenado	Aplicar programa de mantenimiento.
	8. Bloqueo en auto tanque	Mayor tiempo de descarga	Suspender proceso y solicitar nuevo servicio.
	9. Línea de venteo bloqueada	Retraso en la descarga	Suspender proceso y solicitar nuevo servicio.
Fuga/ Derrame	10. Posible impacto o sabotaje mismo que ocasiona una fisura en carro tanque	1. Incendio de charco no confinado de 660 barriles (27,711 gal) equivalentes a 104,940.00 Litros	Activación de alarma sonora e implementación del Programa Interno de Protección Civil (PICV).

**Fuente:** elaboración propia con metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

**Tabla 23. (Continuación) Estudio de Falla y Efecto, Nodo No. 03.**

Nodo No. 03		Sección de proceso:	Área de almacenamiento de (gasolinas, diésel, turbosina)
Parámetro:	Nivel	Servicio:	03 Almacenamiento de combustibles (gasolinas, diésel, turbosina)
Desviación	Causas	Consecuencias:	Recomendaciones
Mayor nivel	11. Falla en válvula de sobre llenado	Derrame parcial del combustible en boquilla de llenado (100 lts.)	Revisar conexión y válvula (corregir el error, cambio o reparación de válvula)
	12. Mediciones equivocadas	Derrame parcial del combustible	Detener el servicio y revisar instrumentación del tanque
	13. Falla del sistema de control de inventarios	Paro del servicio	Detener el servicio y reparar falla en el sistema de control. Ejercer su garantía de calidad o cambiar de fabricante
Menor nivel	14. Fallas en el suministro de combustible	Daño en las bombas dosificadores	Incluir alarmas por bajo nivel
	15. Falla en los controles de nivel	Paro del servicio	Solicitar estudio de fallas de la instrumentación
	16. Fuga en el tanque de almacenamiento	Pérdida parcial del producto	Accionar detectores de fuga y alarmas Detener el servicio y proceder al vaciado del tanque, revisión y vaciado del mismo.
Fuga/ Derrame	17. Falla en el sistema automático de medida del nivel del tanque.	2. Incendio de charco confinado de 30 000 equivalentes a 4,770,000 Litros	Activación de alarma sonora e implementación del Programa Interno de Protección Civil (PICV), solicitar auxilio a las dependencias del municipio, estado y región.
Fuga/ Derrame	18. Mantenimiento inadecuado, algún evento natural o sabotaje.	3. Incendio de charco confinado de 200 000 equivalentes a 31,800,000 Litros	Activación de alarma sonora e implementación del Programa Interno de Protección Civil (PICV), solicitar auxilio a las dependencias del municipio, estado y región.

**Fuente:** elaboración propia con metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

**Tabla 23. (Continuación) Estudio de Falla y Efecto, Nodo No. 04.**

Estudio de falla y efecto (Hazop)			
Nodo No. 04		Sección de proceso:	Área de despacho/suministro de (gasolinas, diésel, turbosina)
Parámetro:	Presión/Flujo	Servicio:	04. Despacho a los auto tanques. Llenaderas de suministro a auto tanques (gasolinas, diésel, turbosina)
Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones
No hay presión	19. Falla de la bomba de suministro	Suspender el servicio	Revisar equipo de bombeo, corregir falla o sustituir piezas.
	20. Transmisión bloqueada	Suspender el servicio	Proceder a reparación o instalar nuevas piezas
	21. Falla de energía eléctrica	Falta del servicio a automotores	Revisar planta de emergencia. Revisar instalación eléctrica
	22. Defectos constructivos de la bomba	Falta de servicio a automotores	Ejercer garantía de fabricación
	23. Fuga /derrame	5. Incendio de charco no confinado de 30,000 BLS de gasolina por fuga y derrame en tubería de conducción	Suspender operación de suministro con activación de paro de emergencia e implementación de atención de fuga/derrame.
	24. Fuga /derrame	6. Nube explosiva por efecto de sobrepresión ante fuga en	Suspender operación de suministro con activación de paro de emergencia e implementación de atención de fuga/derrame.
Mayor presión	25. Bloqueo en la línea de suministro	Suspender el servicio	Revisar obstrucción en la línea de bloqueo, instalar filtro en succión
	26. Sobre-Velocidad en la bomba	Desperdicio de combustible.	Paro del motor por sobre velocidad
	27. Válvulas bloqueadas	Daño del motor	Revisar obstrucción y corregir falla.

**Fuente:** elaboración propia con metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

**Tabla 23. (Continuación) Estudio de Falla y Efecto, Nodo No. 04.**

Estudio de falla y efecto (Hazop)			
Nodo No. 04		Sección de proceso:	Área de despacho/suministro de (gasolinas, diésel, turbosina)
Parámetro:	Presión/Flujo	Servicio:	04. Despacho a los auto tanques. Llenaderas de suministro a auto tanques (gasolinas, diésel, turbosina)
Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones
Colapso de auto tanque	28. Maniobra equivocada del chofer, volcadura sin daño al tanque	Suspensión del servicio, daños al vehículo.	Suspender servicio, suspender corriente eléctrica. Aislar la red de drenaje industrial y sanitaria, maniobras para retiro del vehículo
	29. Maniobra equivocada del chofer, volcadura con daño al tanque.	4. Fuga total del combustible contenido en el autotanque, riesgo de incendio	Suspender el servicio, aislamiento del área, activación del plan de contingencias del PICV.
	30. Impacto de otro vehículo con autotanque, sin daño al tanque.	Daños a vehículos.	Aislar el área durante la maniobra de retiro de vehículos

**Fuente:** elaboración propia con metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

Aplicación de la probabilidad para jerarquizar los eventos anteriores y obtener la evaluación de resultados Hazop.

**Tabla 24. Probabilidad para jerarquizar los eventos y Evaluación de resultados Hazop.**

No. de nodo / sección de proceso.	Causales	Probabilidad		
		Perdida	Severidad	Riesgo
<b>01. Recepción de los productos petrolíferos por carro tanques de FFCC</b>	1. Vía obstruida	1	1	2
	2. Por falla humana (descuido de operador)	4	3	6
<b>Nodo No. 2 Almacenamiento de combustibles (gasolinas, diésel, turbosina)</b>	3. Bloqueo de línea	1	1	1
	4. Ruptura de tubería	2	2	7
	5. Conexión errónea	1	1	1
	6.- Bloqueo en el auto tanque	1	1	1
	7. Bloqueo parcial de la línea	1	1	1
	8. Bloqueo en auto tanque	1	1	1
	9. Línea de venteo bloqueada	2	3	5
<b>03 Almacenamiento de combustibles (gasolinas, diésel, turbosina)</b>	10.- Posible impacto o sabotaje mismo que ocasiona una fisura en carro tanque.	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
	11.- Falla en válvula de sobre llenado	3	4	6
	12.- Mediciones equivocada	1	1	1
	13.- Falla del sistema de control de inventarios	3	4	7
	14.- Falla en suministro de combustible	1	1	1
	15.- Falla en controles de nivel	3	4	7
	16.- Fuga en tanque almacenamiento	3	4	7
	17. Falla en el sistema automático de medida del nivel del tanque.	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
<b>04. Despacho a los auto tanques. Llenaderas de suministro a auto tanques (gasolinas, diésel, turbosina)</b>	18. Mantenimiento inadecuado, falla de los sistemas de control, algún evento natural o sabotaje.	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
	19. Falla en la bomba de succión	1	1	1
	20- Transmisión bloqueada	1	1	1
	21.- Falla en energía eléctrica	1	1	1
	22.- Defectos constructivos de la bomba	1	1	1
	23. Fuga /derrame (5. Incendio de charco no confinado de 30,000 BLS de gasolina por fuga y derrame en tubería de conducción)	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
	24. Fuga /derrame (6. Nube explosiva por efecto de sobrepresión ante fuga en tubería de conducción.)	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
	25. Bloqueo en la línea de suministro	1	2	4
	26.- Sobre velocidad en la bomba	1	3	4
	27. Válvula bloqueada en la bomba	1	1	1
<b>Nodo No. 4</b>	28.- Maniobra equivocada, volcadura sin daño al tanque	3	4	2

<b>Suministro de (gasolinas, diésel, turbosina) a auto tanques</b>	29- Incendio de charco no confinado por una fuga y derrame de gasolina en tubería de conducción.	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
	30. Impacto de otro vehículo con auto tanque, sin daño al tanque.	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Mediciones: pérdidas: 1 a 5, de severidad: 1 a 5, riesgo 1 a 10

**Fuente:** elaboración propia con metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

**Jerarquización por los resultados de Hazop.**

Una probabilidad de riesgo de **0 implica la no ocurrencia del evento**, la probabilidad de riesgo de **10 significa la inmediata ocurrencia del evento**.

En pérdida y severidad: **5 denota alta pérdida y severidad catastrófica; 1 es pérdida muy baja y severidad nula**.

**Tabla 25. Jerarquización por los resultados de Hazop.**

Riesgo	Numero de eventos	Observaciones
7	0	No ocurrirá, no tiene consecuencias
8	0	Si ocurriera, consecuencias leves
9	5	Si ocurriera, consecuencias leves
10	0	Si ocurriera, consecuencias severas

**Fuente:** metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

Un fuego en derrames de líquido (**incendio de charco**) se define como un fuego que involucra una cantidad de **combustible líquido** tal y como la **gasolina, derramada sobre la superficie del terreno** o sobre el agua (**zona de almacenamiento**). Para este caso, los **peligros principales** para las **personas, edificios e instalaciones**, incluyen la **exposición a la radiación térmica y/o los productos tóxicos o corrosivos de la combustión**. Una complicación adicional es que el combustible líquido puede fluir, dependiendo del terreno, de manera descendente hacia las alcantarillas, drenajes, aguas superficiales y otros recipientes. Han existido casos en los que tales fuegos han encendido otros materiales combustibles en el área, o han causado BLEVEs de contenedores sometidos al fuego. En ocasiones, los charcos de líquido encendido flotando sobre el agua, han entrado a través de las tomas de agua de instalaciones industriales y ocasionado fuegos y explosiones internos. Los combustibles encendidos al entrar a alcantarillas o drenajes que no se encuentran completamente llenos de fluido han causado incendios subterráneos y/o han amenazado las instalaciones de tratamiento industriales o municipales que se encuentran en el extremo de recepción de la alcantarilla o drenaje.

Del total de **eventos estimados son 30**, seis de ellos tienen una probabilidad de riesgo de 9, lo que significa posibilidad de ocurrencia de 2 ocasiones en 1000 casos; por lo anterior se tiene que los eventos que requieren mayor atención son los **eventos 4, 6, 7, 8, 9, 10 y 11** del método **¿QUE PASA SI?** y NODO 2 (**evento 10**); NODO 3 (**eventos 17, 18**); NODO 4 (**eventos 23, 24, 29**) del método **HAZOP**. De los anteriores eventos se hace un resumen agrupando estos en 6 eventos, los cuales se toman en consideración para realizar las simulaciones de eventos catastróficos correspondientes:

**1. Incendio de charco no confinado por derrame de carro tanque de ferrocarril en T.A.R. B.C.E.T.**

Del evento identificado se establece su consecuencia, la cual es **Fuego en el derrame del combustible (gasolina)** describiéndose de la siguiente forma:

Suponiendo una **fuga total de gasolina del carro tanque** con capacidad de 660 barriles (27,711 gal) equivalentes a **104,940.00 Litros**. Esto ante **un posible impacto o sabotaje mismo que ocasiona una fisura en el tanque** con un **flujo volumétrico** de 860 GPM (**54.63 Lts./seg.**) Esto da una duración de la fuga de 1,920.4 segundos. Se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistemas de corte de emergencia en el carro tanque así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**2. Incendio de charco confinado ante derrame en dique del TV-06 con capacidad de 30, 000 BSL la T.A.R. B.C.E.T.**

Suponiendo una fuga total e incendio del combustible derramado en dique de contención del tanque de gasolina con una capacidad de 1.2 veces mayor que la del tanque TV-06 (siendo el tanque de mayor capacidad en la T.A.R.) resultando una capacidad del dique de 36,000 BLS, equivalentes a 5, 724, 000 L; al encontrar una fuente de ignición. Esto ante posible fractura en la pared debilitada del tanque de almacenamiento (ocasionada por mantenimiento inadecuado, falla en los sistemas de controles de nivel, algún evento natural o sabotaje) de capacidad nominal igual a 30,000 BLS equivalentes a 4, 770, 000 L.

Dicho derrame con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.) esto da una duración de la fuga de 87,314.66 Seg. Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema- contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**3. Incendio de charco confinado ante derrame de capacidad total: 200,000 BLS equivalentes a 31, 800, 000 L en Área de almacenamiento de la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics".**

**Suponiendo una fuga total e incendio del combustible derramado en diques de contención** de todos los tanques de almacenamiento con una capacidad de 1.2 veces mayor que la **capacidad nominal de 200,000 BLS** equivalentes a **31'800,000 L. (siendo la capacidad total en la T.A.R. B.C.E.T.)** resultando una capacidad en diques total de 240,000 BLS, equivalentes a 38,160, 000 L; al encontrar una fuente de ignición. Esto ante posible fractura en la pared debilitada de los tanques de almacenamiento (ocasionada por mantenimiento inadecuado, falla en los sistemas de controles de nivel, algún evento natural o sabotaje) de capacidad nominal igual a 200, 000 BLS equivalentes a 31, 800, 000 L.

Dicho derrame con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.) en C/T esto da una duración de la fuga de 698,517.30 Seg. Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema- contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**4. Incendio de charco no confinado en suministro de gasolina a la "T.A .R. Baja California Energy Translogistics" por derrame de auto tanque con doble semi remolque de 42,000 L, C/U.**

Incendio de charco no confinado: suponiendo una fuga total de gasolina del auto tanque con doble semi remolque de 42,000 L, C/U con un derrame total de 84, 000 L. Esto ante un posible impacto o sabotaje mismo que ocasiona una fisura en los tanques con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.) Esto da una ración de la fuga de 1,538 Seg. Se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistemas de corte de emergencia en el carro tanque así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**5. Incendio de charco no confinado de por una fuga y derrame de gasolina en tubería de conducción** con un flujo de 54.63 L/seg considerando un tanque de almacenamiento de 30,000 BLS dentro de la **T.A.R. B.C.E.T.**

Suponiendo una emisión de gasolina escapa de una fuga de una tubería con un flujo volumétrico de 54.63 L/Seg. e incendio de charco del combustible derramado en tubería del tanque TV-06 de gasolina con una capacidad nominal igual a 30,000 BLS equivalentes a 4, 770, 000 L. (siendo el tanque de mayor capacidad en la T.A.R. B.C.E.T.) al encontrar una fuente de ignición. Esto ante

posible fisura en dicha tubería (ocasionada por: mantenimiento inadecuado, válvulas, falla del paquete de medición, algún evento natural o sabotaje) de dicho derrame con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.) y considerando un receptor que se expone a una dosis de 5 kw/m<sup>2</sup> por 40 segundos, esto da una duración de la fuga de 87,314.66 Seg.

**6. Nube explosiva por efecto de sobrepresión ante fuga en tubería de conducción** en la T.A.R. B.C.E.T. con un **flujo volumétrico de 54.63 L/s** liberando **36,384 kg** de gasolina en un **tiempo de respuesta de 15 min.**

Se considera una fuga con un flujo volumétrico de 54.63 L/ Seg. en tubería de conducción de la T.A.R. B.C.E.T. con un tiempo de respuesta de 15 min lo cual nos da una masa liberada o derramada igual a 36,384 kg de gasolina misma que se gasifica/evapora formando una nube explosiva en forma de cilindro que explota por efecto de sobrepresión al encantar una fuente de ignición. Considerando una densidad de la gasolina de 740 kg/m<sup>3</sup>.

Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema- contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

### **Técnica del índice Dow por fuego y explosión.**

Esta técnica tiene como finalidad clasificar los procesos según su grado de peligrosidad en caso de accidente, debido a la presencia de fuego y explosión, numéricamente los valores evaluados en un factor o índice describen la potencialidad de un accidente industrial.

**Tabla 26. Factores de riesgo para la técnica índice Dow.**

Índice Dow	Tipo de riesgo
1-60	Ligero
61-96	Moderado
97-12	Intermedio
128-158	Grave
Mayor a 158	Severo

En seguida se describen las características de riesgo de la T.A.R. B.C.E.T., debido a que las instalaciones tendrán medidas de seguridad apropiadas, dicho equipamiento minimiza y reduce considerablemente el riesgo potencial.

#### **Medidas de seguridad o protección:**

La T.A.R. B.C.E.T. contará con un sistema de seguridad con los siguientes subsistemas de prevención de riesgos:

Sistema de Control de Terminal con paro de emergencia operativo

Sistema de Protección Atmosférica:

- Subsistema de protección atmosférica (pararrayos).
- Subsistemas de puesta a tierra.

Sistema Contra Incendio:

- Subsistema de aspersion de agua en área de llenaderas.
- Subsistema de extintores para combate de incendios durante la carga de auto tanques y las áreas de descarga de carro tanques.
- Subsistema de protección a base de agente limpio en cuarto de telecomunicaciones, SITE del edificio administrativo, así como en el cuarto de control de operaciones.
- Subsistema de Detección de Fuego en tanques de almacenamiento por medio de Sensores de Calor tipo Tapón Fusible.

Medidas de seguridad contra fuga/derrame e incendio en el diseño e instalación de los tanques de almacenamiento:

Los tanques de almacenamiento de gasolinas contarán con membrana interna flotante tipo pontones, y estarán equipados con sistema de telemedición en cumplimiento a la NOM-EM-003-ASEA-2016.

Los tanques de almacenamiento contarán con diques de contención para confinar derrames, cuya capacidad volumétrica mínima será la necesaria para contener la capacidad total nominal del tanque mayor, más el volumen que otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, más el volumen de otros elementos que se encuentren en su interior, tales como tubería y soportes. Se diseñarán y construirán para contener y resistir la presión lateral que les pueda transmitir la altura hidrostática considerando el líquido almacenado como agua, serán de concreto armado en función del tipo de suelo y zona sísmica, con juntas de expansión de acero inoxidable para absorber las contracciones y expansiones térmicas, conservando la hermeticidad en estas y los cruces de tubería a través del emboquillado con materiales resistentes a los hidrocarburos y al fuego. Los patios internos de los diques de contención serán de concreto armado con una pendiente mínima de 1 % que permita el libre escurrimiento de líquidos hacia registros de drenaje pluvial. En el patio interior de los diques que contengan varios tanques de almacenamiento, se construirán muros intermedios de concreto armado de 0.45 m de altura con el fin de prevenir que un pequeño derrame ponga en peligro la integridad de los otros tanques dentro del dique. Cada una de las subdivisiones señaladas debe tener un sistema de drenaje pluvial y aceitoso independientes.

#### **Sistema de Protección Atmosférica:**

La T. A. R. B.C.E.T. contará con un **sistema de puesta a tierra y sistema de protección atmosférica (pararrayos)** para las instalaciones y equipos de las diversas áreas tomando como base lo indicado en la NOM-001-SEDE, NFPA 70, NFPA 77 y NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016.

Se debe efectuar el estudio de resistividad del terreno donde se ubicarán las instalaciones de la Terminal una vez que el terreno esté debidamente compactado; el estudio de resistividad del terreno se debe desarrollar y presentar de acuerdo a la normatividad señalada en el párrafo anterior.

Todos los accesorios para la instalación de los sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica deben cumplir con los lineamientos establecidos en la NFPA77, NFPA y NOM-EM-003-ASEA-2016.

La resistencia de la red de tierras para el cobertizo de llenaderas de autos tanque debe ser 5 ohm máximo.

La malla de la red general del sistema de puesta a tierra integrara todas las instalaciones que conforman la Terminal con objeto de evitar gradientes de potencial que afecten las instalaciones o generen riesgos a las personas y dar cumplimiento al Artículo 250-86 de la norma NOM-001-SEDE.

La malla de la red general del sistema de puesta a tierra estará construida con conductor de cobre desnudo, temple semiduro, con un calibre de acuerdo a cálculos, pero no menor de 2/0 AWG excepto para la subestación eléctrica que debe ser de 4/0AWG.

Para conexiones subterráneas de la red de puesta a tierra se deben utilizar conectores del tipo de soldadura exotérmica.

Todos los Tanques de almacenamiento de Productos, se deben poner a tierra cuando menos en cuatro puntos opuestos del tanque.

Para conexiones subterráneas de la red de puesta a tierra se utilizarán conectores del tipo de soldadura exotérmica.

Subsistema de protección atmosférica (pararrayos):

La T. A. R. B.C.E.T. contará con un subsistema de protección atmosférica (pararrayos) para los edificios mayores de 7.5 m, estructuras de más de 15.0 m y edificios con áreas clasificadas, tomando como base lo indicado en la NOM-001-SEDE, NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas debe ser independiente de la red general de tierras, sin embargo, las dos redes de tierras deben interconectarse entre ellas en un punto de la red con cable aislado de un tamaño (calibre) menor al de la red, no menor a 6 AWG, para evitar diferencias de potenciales entre ellas, tal interconexión debe considerarse desde etapa de proyecto y permanecer interconectadas a menos que exista un requerimiento específico en contra.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas, debe ser diseñado mediante la metodología de la esfera rodante de acuerdo a lo establecido en la NOM-001-SEDE y NFPA 780.

Para el sistema de protección atmosférica no se deben utilizar sistemas de emisión de flujo o sistemas disipadores de energía.

Los tanques de almacenamiento verticales con espesor de pared y de techo de 4,6 mm (3/16 pulg), o mayores, se consideran auto protegidos contra descargas atmosféricas y no se requiere incluir el sistema contra descargas atmosféricas.

Todos los accesorios para la instalación de los sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica deben cumplir con los lineamientos establecidos en la NOM-001-SEDE, NFPA 70 y NFPA 780.

Procedimientos de Seguridad:

Las Instalaciones de la Terminal han sido diseñadas de forma tal que a falla o contingencias se realice un paro ordenado.

El **Sistema de Control de Terminal** debe ejecutar el paro de emergencia operativo a solicitud del Subsistema de Seguridad y Contraincendios cuando se presente un evento de fuego seguro y ataque Contra incendio.

El Paro de Emergencia Operativo deberá ejecutar las siguientes acciones:

- Suspensión de las operaciones de carga de auto tanques y paro del equipo de bombeo.
- Cierre de las válvulas de salida a llenaderas de auto tanques de los tanques de almacenamiento.
- Suspensión de las operaciones de descarga de carro tanques y paro del equipo de bombeo.
- Cierre de las válvulas de recibo de productos en descargaderas de carro tanques, auto tanques hacia los tanques de almacenamiento.

**Sistema Contra Incendio:**

El sistema de almacenamiento, bombeo y distribución de agua contra incendio, se instalará de conformidad a la normatividad establecida en NFPA 20, 22, 24, 25, 30, y consta de lo siguiente (Anexo Diagrama Red VS incendio y Plano Red Contra Incendio).

Casa de bombas contra incendio, con 2 bombas del tipo centrifuga horizontal de 2,500 GPM de capacidad c/u, una accionada por motor eléctrico y otra accionada por motor de combustión interna, así como una bomba presurizadora tipo jockey para mantener la red a una presión constante, un tanque de almacenamiento de agua contra incendio de 10,000 bls de capacidad que alimenta a través de las bombas una red de tubería de acero al carbón ASTM (American Society for Testing Materials) que cubre todas las áreas operativas de la Terminal y cuenta con hidrantes, monitores y tomas para camión (Ver Anexo. Plano Red Contra Incendio en Casa de Bombas y Descargaderas).

Se contará también con una red de espuma contra incendio para aplicación de concentrado tipo AFFF (Aqueous Film Forming Foam) por medio de un paquete de presión balanceada, que cubre todas las áreas operativas y será de accionamiento manual y automático a través de un sistema de detectores de gas y fuego, enlazado a la red contra incendio por un sistema de control integral

Almacenamiento de agua contra incendio, debiendo de considerar para el diseño un tanque de almacenamiento de agua, del tipo vertical con techo tipo cúpula fija soportado, con placa de acero al carbón ASTM-A-283-C, con recubrimiento anticorrosivo en el interior y exterior del tanque, registro de purga tipo API, boquilla de 24" de diámetro para entrada hombre en el techo, (se deberá realizar el análisis correspondiente para determinar el gasto y capacidad de agua en el riesgo mayor de acuerdo a norma) El tanque de agua contra incendio será abastecido a través de bombeo de pozo profundo o red municipal, y deberá prever tomas al exterior de la terminal para el abastecimiento por camiones cisterna (Anexo Plano Red Contra Incendio Presión Balanceada).

Deberá contar con una red de agua contra incendios cumpliendo con la normatividad vigente indicada en NFPA 30 y 30A, con hidrantes, monitores y tomas de camión, mangueras, y recirculación de agua, sistema de bombeo principal.

Se construirá un cobertizo contra incendio, el cual se debe diseñar en dos niveles:

Planta Baja: Considerar un espacio para 06 personas, oficina para el ingeniero de seguridad y auxiliar, con piso falso y falso plafón, puertas y marcos de aluminio cuarto eléctrico, un sanitario para hombres y un sanitario para mujeres, y un área para el equipo de protección personal de los bomberos de la Terminal.

Planta Alta: Considerar Cuarto de cómputo para un sistema de gas y fuego, cuarto para operador de sistema automático contra incendio que deberá construirse en el segundo nivel.

Así mismo, el área de la planta baja se utilizara para la ubicación de dos equipos de bombeo principales, paquete de presión balanceada, bomba jockey compresores para equipos de tapón fusible, Bodega cerrada con estantería para los accesorios contra incendio (mangueras, boquillas, extintores, trajes contra incendio, equipo de respiración autónomo) y una bodega abierta para albergar garza telescópica y monitor móvil, previendo espacio suficiente para guarda y estiba de tambores de líquido AR-AFFF.

Para el interior de este edificio se debe incluir la instalación de detectores de humo, alarmas audibles visibles interiores, estaciones manuales de alarma interiores.

El sistema de bombeo de agua contra incendio deberá contar con dos bombas (Una principal y otra de relevo) una operada con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna con capacidad de acuerdo al cálculo hidráulico 11,355 lpm (3,000 gpm), contando con su tablero de control, con sistema automático en el arranque. Este conjunto deberá cumplir con la normatividad vigente indicada en la NFPA 20, 22 y 24, Bomba "jockey" para mantener la presión en la red de contra incendio. Las conexiones ramal-cabezal de succión y descarga de los equipos de bombeo deberán ser con accesorios a 45°, con el fin de evitar taponamientos hidráulicos.

Las bombas de agua contra incendio, incluida la bomba de mantenimiento de presión "jockey", deben contar cada una con un controlador para el arranque automático, listado y aprobado por UL/FM o equivalente, específicamente para servicio de bombas contra incendio impulsadas por motor eléctrico o de combustión interna, según sea el caso y cumplir con los capítulos 10 y 12 del NFPA-20 o equivalente en su última edición.

Cada bomba de contra incendio, incluyendo la bomba de mantenimiento de presión "jockey", debe contar con una toma de presión para el arranque automático, conectada al controlador en forma independiente; cuya conexión debe estar entre la válvula de retención (check) y la válvula de bloqueo, sin válvulas de bloqueo y con dos válvulas de retención separadas a una distancia no menor de 1,5 m (5 pie) y cumplir con los capítulos 10 y 12 del NFPA-20 o equivalente.

Deberá contar con un paquete de presión balanceada que cuente con su tanque de almacenamiento con material resistente al líquido espumante tipo AFFF con capacidad suficiente para 6 horas de operación continua para el riesgo mayor (se deberá incluir inyección superficial e inyección subsuperficial a los tanques de almacenamiento), se deberá aplicar un recubrimiento externo e interno adecuado para evitar la corrosión en el mismo.

Contará con subsistema de aspersion de agua en área de llenaderas de auto tanques, descargaderas de carro tanques, descargaderas de auto tanques, área de bombas y tanques de almacenamiento. Se proveerán extintores de la dimensión y tipo apropiados según el análisis de riesgo para la carga de auto tanques y las áreas de descarga de carro tanques cumpliendo con lo establecido en la NOM-002-STPS vigente o la que la sustituya además de aquellas que resulten aplicables (Ver Anexos: Plano Red Contra Incendio en Llenaderas y Plano de Secciones Red Contra Incendio: llenaderas y descarga auto tanques).

Deberá contar con un subsistema de protección a base de agente limpio en cuarto de telecomunicaciones, SITE del edificio administrativo, así como en el cuarto de control de operaciones.

Se deberá considerar la instalación de un Subsistema de Detección de Fuego en tanques de almacenamiento por medio de Sensores de Calor tipo Tapón Fusible, para arranque automático del Sistema Contra Incendio en los tanques de almacenamiento, considerando la instalación de un anillo de enfriamiento por la parte exterior del tanque y los tapones fusibles, así como el paquete de compresores para aire.

Tablero de detección de humo para señales de los dispositivos de detección y alarma en interior de edificios.

En su conjunto estas medidas minimizan el riesgo en las unidades de proceso que componen la T.A.R. B.C.E.T.

#### **Determinación del factor de riesgo.**

Se suman los **riesgos generales** de proceso y se le da el **valor f1**, de igual forma se suman los **riesgos especiales** de procesos y se le da el valor **f2**, la multiplicación de **f1** por **f2**, nos da el valor **f3** que es el **factor riesgo de la unidad**.

#### **Determinación del índice Dow de fuego y explosión (I.F.E).**

El **I.F.E.**, se calcula al multiplicar el factor de riesgo (f3) por el **factor material** se calcula, el **radio de exposición** que la zona expuesta a riesgo.

**Aplicación de metodología índice Dow:**

<b>Instalación:</b>	"T.A.R. Baja California Energy Translogistics"
<b>Ubicación:</b>	Lote 126 Z-1 P-1 del Ejido Puebla, Mexicali, Baja California.
<b>Materiales en proceso:</b>	Gasolinas (magna, Premium), Diésel y Turbosina
<b>Condiciones de operación:</b>	Temperatura y presión ambiente

<b>Factor material</b>			<b>16.00</b>
<b>F1.- riesgos generales del proceso:</b>			
Factor base			1.00
Reacción química exotérmica			0.00
Procesos endotérmicos			0.00
Transferencia y manejo de materiales			0.20
Unidades de proceso no confinadas			0.40
Accesibilidad			0.20
Drenaje y control de fugas			0.25
<b>Valor del factor general del proceso</b>			<b>2.05</b>
<b>F2.- riesgo especiales del proceso:</b>			
Factor base :			1.00
Materiales tóxicos			0.05
Presión negativa			0.00
Presión positiva			0.00
Rango en inflamabilidad			0.04
Líquidos en almacenamiento			0.65
Baja temperatura			0.00
Media temperatura			0.00
Alta temperatura			0.00
Corrosión – erosión			0.05
Puntos de fuga o derrame			0.05
Falla en los sistemas de protección			0.20
<b>Valor del factor especial del proceso :</b>			<b>2.04</b>
F3.- Factor global de riesgo (f1xf2): (2.05 x 2.40)			<b>4.182</b>
<b>F4.- Índice Dow de fuego y explosión (f3xfm) (4.182 x 16.00)</b>			<b>66.912</b>
Fc.- Factores de corrección al índice f4:			
	<b>C1.- Control del proceso</b>	<b>C2.- Aislamiento y control</b>	
Paro en emergencia	0.90	Sistema de carga - descarga	0.90
Procedimiento de operación	0.90	Drenajes independientes	0.90
<b>Valor del factor</b>	<b>0.81</b>	<b>Valor del factor</b>	<b>0.81</b>
	<b>C3.- Sistema contra incendio Red perimetral</b>	Protección del cableado	0.90
Sistema de monitores	0.90	<b>Valor del factor</b>	<b>0.81</b>
<b>Fc, total : c1 x c2 x c3 = (0.81x0.81x0.81) = 0.5314</b>			
<b>Índice Dow final Corregido (f4 x fc):</b>	<b>35.56</b>	<b>Tipo de riesgo:</b>	<b>Ligero</b>

**Evaluación del índice Dow.**

De la evaluación realizada, el índice obteniendo sin corrección es de **66.912** correspondiendo a una instalación con riesgo moderado. **La aplicación de las medidas de seguridad establecidas en la NOM-EM-003-ASEA-2016**, da un **factor de corrección de 0.5314**, lo que hace a las instalaciones con un **riesgo ligero**.

El factor final es de **35.56**, este valor representa a una instalación con riesgo intrínseco propio en las características de las Terminales de Almacenamiento y Recepción de Hidrocarburos.

Método ¿qué pasa si?

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.1.**

No.	PREGUNTAS/ EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIAS	ACCIÓN RECOMENDADA
1	¿EL sistema de monitoreo de fugas funciona correctamente?	No	Pueden producirse fugas sin ser detectadas al subsuelo y pérdida de combustible.	Realizar inspecciones periódicas al sistema de monitoreo.

**PROBABILIDAD DE OCURENCIA: 9**

**SEVERIDAD: 5**

**FACTORES DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.2.**

No.	PREGUNTAS/ EVENTO	RESPUESTAS	CONSECUENCIAS	ACCIÓN RECOMENDADA
2	¿Se han revisado con periodicidad las válvulas de sobre llenado?	No.	Las válvulas de sobre llenado pueden fallar y no responder por un descuido en la descarga, provocando un derrame parcial de combustible.	Realizar análisis periódicos que aseguren el buen funcionamiento de las válvulas y su adecuada calibración. Deben asegurarse que no sean remplazadas en forma impropia durante las rutinas de mantenimiento.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 8**

**SEVERIDAD: 4**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.3.**

No.	PREGUNTAS/ EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIAS	ACCIÓN RECOMENDADA
3	¿Se han realizado pruebas de hermeticidad a los tanques y tuberías?	No.	Pueden existir rupturas en tuberías y tanques sin ser detectados, ocasionando fugas de combustible al subsuelo.	Realizar, periódicamente (cada 10 años) y al inicio de operaciones pruebas de hermeticidad que requieren los estándares API 650.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 9**

**SEVERIDAD: 3**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.4.**

No.	PREGUNTAS/ EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIAS	ACCIÓN RECOMENDADA
4	¿Qué pasa si? no se realizan adecuadamente las conexiones en la transferencia de carro tanque o auto tanque al tanque de almacenamiento.	Pueden ocurrir derrames de combustible.	Al derramarse el combustible en el suelo se puede ocasionar un incendio tipo "charco" o si se evapora y se puede formar una mezcla de gas explosiva, y si hay chispa explotar. 1. Incendio de charco no confinado de 660 barriles (27,711 gal) equivalentes a 104,940.00 Litros	Asegurarse que la transferencia del combustible de carro tanque o auto tanque al tanque se realice con la seguridad indicada en los anexos y bajo una supervisión adecuada. Asegurarse que el <b>plan de emergencia y de respuesta a contingencia</b> responda adecuadamente a situaciones reales de derrames (durante operaciones de descarga.).

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 7**

**SEVERIDAD: 3**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 5**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.5.**

No.	PREGUNTAS/ EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIAS	ACCIÓN RECOMENDADA
5	¿Qué pasa si algún equipo de bombeo falla?	Se detiene el proceso.	Se ocasionan pérdidas económicas por paro de actividades.	Realizar mantenimiento preventivo y corregir la falla.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 9**

**SEVERIDAD: 5**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.6.**

No.	PREGUNTAS/ EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIAS	ACCIÓN RECOMENDADA
6	¿Qué pasa si los botones de paro de emergencia no funcionan correctamente?	Una situación de emergencia (derrame, incendio) puede quedar fuera de control.	Con una emergencia fuera de control se pueden ocasionar daños materiales y humanos.	Asegurarse con una periodicidad corta que los sistemas de paro de emergencia funcionen correctamente y dar mantenimiento preventivo

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 1**

**SEVERIDAD: 5**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 5**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.7**

No	PREGUNTAS/ EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIAS	ACCIÓN RECOMENDADA
7	¿Qué pasa si el operador responsable del llenado del tanque de almacenamiento, trata de sobrellenar el tanque de almacenamiento?	Esto puede ocurrir si no funciona la válvula de sobrellenado o si falla el indicador de nivel.	2. Incendio de charco confinado de 30 000 equivalentes a 4,770,000Litros	Asegurarse que todas las válvulas de sobrellenado funcionen correctamente.  Asegurarse que sistema de niveles (control de inventarios) funcione adecuadamente.  Proporcionar capacitación a los operadores de descarga a los tanques de almacenamiento.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 1**

**SEVERIDAD: 5**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 5**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.8**

No.	Preguntas/ Evento	Respuesta	Consecuencias	Acción recomendada
8	¿Qué pasa si el operador sobrellena el tanque de un auto tanque?	Derrame de combustible en área de suministro.	Si no se toman las medidas precautorias adecuadas puede existir un riesgo de incendio. 3. Incendio de charco confinado de 200 000 equivalentes a 31,800,000 Litros	Detener en servicio en ese módulo y lavar la parte con derrame inmediatamente.  Asegurarse que el plan de emergencia y de respuesta a contingencia responda adecuadamente a situaciones reales de derrame de combustible.  Proporcionar capacitación a los operadores de suministro a los auto tanques.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 8**

**SEVERIDAD: 4**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 5**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.9**

No.	Preguntas/ evento	Respuesta	Consecuencias	Acción recomendada
9	Falla en el sistema automático de medida del nivel del tanque	Se derrama el combustible que existe en el tramo de manguera y se acciona la válvula de corte rápido.	5. Incendio de charco no confinado de 30,000 BLS de gasolina por fuga y derrame en tubería de conducción	Detener en servicio en ese módulo y lavar la parte con derrame inmediatamente.  Reparar el equipo dañado.  Proporcionar capacitación a los operadores de suministro a los auto tanques.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 7**

**SEVERIDAD: 3**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.10**

No.	Preguntas/ evento	Respuesta	Consecuencias	Acción recomendada
10	¿Qué pasa si la tubería es perforada por un agente externo o sabotaje de suministro está mal puesta para el suministro al auto tanque?	Se derrama el combustible que existe en el tramo de manguera y se acciona la válvula de corte rápido.	6. Nube explosiva por efecto de sobrepresión ante fuga en tubería de conducción.	Detener en servicio en ese módulo y lavar la parte con derrame inmediatamente.  Reparar el equipo dañado.  Proporcionar capacitación a los operadores de suministro a los auto tanques.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 7**

**SEVERIDAD: 3**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.11**

No	Preguntas/ evento	Respuesta	Consecuencias	Acción recomendada
11	¿Qué pasa si se vuelca un auto tanque, se fisura el tanque y se derrama parte del combustible?	Derrame de combustible	4. Fuga total del combustible contenido en el autotanque, riesgo de incendio	Detener en servicio en toda la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics". y acordonar la zona.  Asegurarse que el <b>plan de emergencia y de respuesta a contingencia</b> responda adecuadamente a situaciones reales de derrame de combustible.

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 9**

**SEVERIDAD: 1**

**FACTORES DE ANALISIS DE RIESGO: 5**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.12**

No	Preguntas/ evento	Respuesta	Consecuencias	Acción recomendada
12	¿Qué pasa si se vuelca un auto tanque, se fisura el tanque y se derrama parte del combustible?	Derrame de combustible	4. Fuga total del combustible contenido en el autotanque, riesgo de incendio	Detener en servicio en toda la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics". y acordonar la zona.  Asegurarse que el <b>plan de emergencia y de respuesta a contingencia</b> responda adecuadamente a situaciones reales de derrame de combustible.

**PROBABILIDAD DE OCURENCIA: 9**

**SEVDERIDAD: 1**

**FACTORES DE ANALISIS DE RIESGO: 5**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.13 y 14**

No	Preguntas/ evento	Respuesta	Consecuencias	Acción recomendada
13	¿Qué pasa si?:			
	a) ¿Caen rayos en la instalación?	a) La instalación esta aterrizada y cuenta con pararrayos	a) Ninguna	a) Ninguna
	b) ¿Se presenta un choque fuerte contra isla de suministro (llenadera) a auto tanque?	b) Se acciona la válvula de corte rápido. En caso de fuga, cada llenadera cuenta con contenedor.	b) Pérdidas materiales.	b) Tomar más precauciones instalando guardas contra el tráfico, protegiendo todas las zonas que puedan accidentarse.
14	c) ¿Falla la energía durante el servicio de la T.A.R. B. C.E.T.?	c) No existiría flujo.	c) Ninguna.	c) Ninguna.

**PROBABILIDAD DE OCURENCIA: 7**

**SEVERIDAD: 4**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.15**

No	Pregunta/ evento	Respuesta	Consecuencias /riesgo	Acción recomendada
15	¿Qué pasa si se presenta un sismo mayor de 7 grados en la escala de Richter?	<p>Pueden romperse tuberías y uniones a válvulas, accesorios y tanques.</p> <p>Pueden ocurrir fatigas que no puedan ser controladas por los operativos.</p>	Se pueden producir fugas al subsuelo.	<p>Cortar inmediatamente la energía eléctrica y suspender todo el servicio.</p> <p>Mantener en buen estado los conectores flexibles del sistema de tuberías y revisar frecuentemente el buen estado y funcionamiento de los botones de paro de emergencia.</p> <p>Los operarios responsables deben intentar controlar las fugas o derrames.</p> <p>Asegurar que el plan de emergencia y respuesta a contingencias responda educadamente a situaciones reales de fuga o derrame.</p>

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA. 9**

**SEVERIDAD: 1**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO. 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

**Tabla 27. Método ¿qué pasa si?, No.16**

No.	Pregunta/ evento	Respuesta	Consecuencias	Acción recomendada
16	¿Qué pasa si se presenta un exceso pluvial excesiva o una inundación en las instalaciones?	<p>Puede presentarse una acumulación excesiva de agua en diques de tanques.</p> <p>Puede presentarse una acumulación excesiva de agua en las trincheras de las tuberías.</p> <p>Si se está en operaciones de carga o descarga, se pueden presentar posibles fugas o derrames. PUEDE PRESENTARSE UNA LICUEFACCIÓN DEL SUELO EN LA ZONA DE CIMENTACIÓN DE LOS TANQUES.</p>	<p>Si la cimentación de los tanques no resiste, pueden flotar los tanques por empuje hidrostático y ocasionar derrames de combustible al subsuelo y suelo.</p> <p>Pueden presentarse cortos circuitos en el equipo electrónico, que este inundado excesivamente humedecido.</p> <p>Puede presentarse fuga de combustibles</p>	<p>Suspender la operación de bombas y compresor, accionar las válvulas de cierre rápido, desconectar la energía eléctrica, desconectar bombas y llenaderas y accionar la alarma.</p> <p>Mantener en buen estado el drenaje pluvial.</p> <p>Los operarios responsables deben intentar controlar posibles fugas o derrames.</p> <p>Asegurarse que el plan de emergencia y respuesta a contingencias responda adecuadamente a situaciones reales de emergencia por contingencia ambiental.</p>

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: 9**

**SEVERIDAD: 1**

**FACTOR DE ANALISIS DE RIESGO: 4**

**Fuente:** elaboración propia con el **Método ¿Qué pasa si?**

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

### II.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

De los riesgos identificados en el punto anterior, los mayores riesgos con potencial catastrófico son los que se pudieran presentar por fuga/derrame de combustibles principalmente gasolina al ser ésta la que más se almacenará, por lo que a continuación se presentan los cálculos del modelo empleado para cada uno de los escenarios simulados:

#### **1. Incendio de charco no confinado por derrame de carro tanque de ferrocarril en T.A.R. B.C.E.T.**

Del evento identificado se establece su consecuencia, la cual es **Fuego en el derrame del combustible (gasolina)** describiéndose de la siguiente forma:

Suponiendo una **fuga total de gasolina del carro tanque** con capacidad de 660 barriles (27,711 gal) equivalentes a **104,940.00 Litros (L)**. Esto ante **un posible impacto o sabotaje mismo que ocasiona una fisura en el tanque** con un **flujo volumétrico** de 860 GPM (**54.63 L/Seg.**) Esto da una duración de la fuga de 1,920.4 segundos. Se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistemas de corte de emergencia en el carro tanque así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

#### **2. Incendio de charco confinado ante derrame en dique del TV-06 con capacidad de 30, 000 BSL la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics".**

Suponiendo una fuga total e incendio del combustible derramado en dique de contención del tanque de gasolina con una capacidad de 1.2 veces mayor que la del tanque TV-06 (siendo el tanque de mayor capacidad en la T.A.R. B.C.E.T.) equivalentes a 5, 724, 000 L; al encontrar una fuente de ignición. Esto ante posible fractura en la pared debilitada del tanque de almacenamiento (ocasionada por mantenimiento inadecuado, falla en los sistemas de controles de nivel, algún evento natural o sabotaje) de capacidad nominal igual a 30,000 BLS equivalentes a 4, 770, 000 L.

Dicho derrame con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.) esto da una duración de la fuga de 87,314.66 Seg. Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema- contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**3. Incendio de charco confinado ante derrame de capacidad total: 200,000 BLS equivalentes a 31, 800, 000 L en Área de almacenamiento de la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics".**

Suponiendo una fuga total e incendio del combustible derramado en diques de contención de todos los tanques de almacenamiento con una capacidad de 1.2 veces mayor que la **capacidad nominal de 200,000 BLS equivalentes a 31, 800, 000 L. (siendo la capacidad total en la T.A.R. B.C.E.T.)**; al encontrar una fuente de ignición. Esto ante posible fractura en la pared debilitada de los tanques de almacenamiento (ocasionada por mantenimiento inadecuado, falla en los sistemas de controles de nivel, algún evento natural o sabotaje) de capacidad nominal igual a 200, 000 BLS equivalentes a 31, 800, 000 L.

Dicho derrame con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.) en C/T esto da una duración de la fuga de 582,097.75 (6 días) Seg. Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema- contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**4. Incendio de charco no confinado en suministro de gasolina a la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" por derrame de auto tanque con doble semi remolque de 42,000 L, C/U.**

Incendio de charco no confinado: suponiendo una fuga total de gasolina del auto tanque con doble semi remolque de 42,000 L, C/U con un derrame total de 84, 000 L. Esto ante un posible impacto o sabotaje mismo que ocasiona una fisura en los tanques con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.) Esto da una ración de la fuga de 1,538 Seg. Se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistemas de corte de emergencia en el carro tanque así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**5. Incendio de charco no confinado de 30,000 BLS de gasolina por fuga y derrame en tubería de conducción dentro de la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics".**

Suponiendo una emisión de gasolina escapa de una fuga de una tubería con un flujo volumétrico de 54.63 L/Seg. e incendio de charco del combustible derramado en tubería del tanque TV-06 de gasolina con una capacidad nominal igual a 30,000 BLS equivalentes a 4, 770, 000 L. (siendo el tanque de mayor capacidad en la T.A.R. B.C.E.T.) al encontrar una fuente de ignición. Esto ante posible fisura en dicha tubería (ocasionada por: mantenimiento inadecuado, válvulas, falla del paquete de medición, algún evento natural o sabotaje) de dicho derrame con un flujo volumétrico de

860 GPM (54.63 L/Seg.) esto da una duración de la fuga de 87,314.66 Seg. Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema- contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**6. Nube explosiva por efecto de sobrepresión ante fuga en tubería de conducción en la T.A.R.B.C.E.T. con un flujo volumétrico de 54.63 L/s liberando 36,384 kg de gasolina en un tiempo de respuesta de 15 min.**

Se considera una fuga con un flujo volumétrico de 54.63 L/s en tubería de conducción de la T.A.R. B.C.E.T. con un tiempo de respuesta de 15 min lo cual nos da una masa liberada o derramada igual a 36,384 kg de gasolina misma que se gasifica/evapora formando una nube explosiva en forma de cilindro que explota por efecto de sobrepresión al encantar una fuente de ignición. Considerando una densidad de la gasolina de 740 kg/m<sup>3</sup>.

APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS DE SIMULACIÓN.

El **software SCRI** ha sido utilizado ampliamente para elaborar análisis de consecuencias por emisiones tóxicas y/o contaminantes, sin embargo, no incluía modelos de radiación térmica o aspectos relevantes para consecuencias por fuego y/o explosiones. Este objetivo se cumple con esta primera versión del software denominada **SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4**, mismo que se utilizará para la modelación de los eventos máximos probables de riesgo identificados.

Los modelos del SCRI-fuego se basan en metodologías de la Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA), del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) y de la Agencia de Administración Federal de Emergencias de EUA (FEMA).

Los fuegos en derrames tienden a ser bien localizados y la preocupación principal es definir el potencial de efectos dominó y las zonas de seguridad para los empleados, más que por riesgos a la comunidad. Los efectos primarios de tales fuegos son debido a la radiación térmica de la fuente de la flama. Los temas de espaciamiento entre tanques y entre plantas, aislantes térmicos y especificaciones de paredes contra fuego se pueden dirigir sobre la base de análisis de consecuencias específicas para un rango de escenarios posibles de fuego en derrames.

Hay diferentes escenarios para un fuego en derrame. Se inicia típicamente con la emisión de un material inflamable de equipo de proceso. Si el material es líquido, almacenado a una temperatura por debajo de su punto de ebullición normal, el líquido se coleccionará en una pileta. La geometría del

derrame está determinada por su alrededor (i.e. contención en diques), pero es posible un derrame no confinado en un área plana y abierta, particularmente si la cantidad derramada es superior a la capacidad del dique. Si el líquido se almacena bajo presión arriba de su punto de ebullición normal, entonces una fracción del líquido se convertirá inmediatamente en vapor, con el líquido no vaporizado permaneciendo para formar un charco en la vecindad del derrame.

El análisis debe considerar también la posibilidad del recorrido del derrame. Donde puede ir el líquido y que tan lejos puede desplazarse.

Una vez que se ha formado el charco con el líquido se requiere una fuente de ignición. Cada derrame tiene una probabilidad finita de ignición y ésta debe ser evaluada. La ignición puede ocurrir vía la nube de vapor (para líquidos volátiles), con la flama viajando viento arriba vía el vapor para incendiar el líquido en el derrame. Para líquidos almacenados por debajo de su punto de ebullición normal sin vaporización rápida, la ignición puede también ocurrir mediante los vapores inflamables del líquido evaporándose. Ambos casos pueden resultar en un fuego inicial por llamarada debido a los vapores quemándose – esto puede causar peligros térmicos iniciales.

Una vez que ha ocurrido la ignición, resulta el fuego en el derrame y el mecanismo de daño dominante es vía los efectos térmicos, principalmente por efecto de transferencia de calor radiante de la flama resultante. Si continua la emisión del material inflamable del equipo de proceso es probable que ocurra también un fuego de chorro ("jet fire"). Si la ignición ocurre muy pronto, habrá poco tiempo para que se forme un fuego en derrame y solo resultará un fuego de chorro.

La determinación de los efectos térmicos depende del tipo de combustible, la geometría del derrame, la duración del fuego, la localización del receptor, para nombrar los principales. Todos estos efectos son tratados en modelos separados pero entrelazados.

## MODELO MATEMÁTICO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS PROVOCADOS POR FUEGO EN UN DERRAME.

### ANÁLISIS PARA LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO PROYECTADA "T.A.R. BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS.

En los eventos simulados los parámetros de diseño considerados son los siguientes:

- La sustancia evaluada: gasolina.
- Calor de combustión de la sustancia: 43,700.00 KJ/kg
- Calor de vaporización: 349000 J/kg
- Temperatura de ebullición: 312.0 °K (38.9 °C)
- Temperatura de combustión: 0.0550 kg/m<sup>2</sup> s
- Fracción de energía radiada: 0.4
- Temperatura ambiente: 306.6 °K (33.4 °C)
- Humedad relativa: 50 %
- Flujo volumétrico considerado es de **0.0546 m<sup>3</sup>/s**
- Densidad de líquido de **740.00 kg/m<sup>3</sup>**
- Diámetro calculado del área de **30.59 m**
- Consumo vertical por combustión de **7.432 E-05 m/s**
- Área del derrame de **735.02 m<sup>2</sup>**
- Tasa de combustión total se considera de **40.462 kg/s**, y
- Altura de la flama es de **34.40 m**.

#### MEMORIA DE CÁLCULO.

Hay diferentes escenarios para un fuego en derrame. Se inicia típicamente con la emisión de un material inflamable de equipo de proceso. Si el material es líquido, almacenado a una temperatura por debajo de su punto de ebullición normal, el líquido se coleccionará en una pileta. La geometría del derrame está determinada por su alrededor (i.e. contención en diques), pero es posible un derrame no confinado en un área plana y abierta, particularmente si la cantidad derramada es superior a la capacidad del dique. Si el líquido se almacena bajo presión arriba de su punto de ebullición normal, entonces una fracción del líquido se convertirá inmediatamente en vapor, con el líquido no vaporizado permaneciendo para formar un charco en la vecindad del derrame.

El análisis debe considerar también la posibilidad del recorrido del derrame. Donde puede ir el líquido y que tan lejos puede desplazarse.

Una vez que se ha formado el charco con el líquido se requiere una fuente de ignición. Cada derrame tiene una probabilidad finita de ignición y esta debe ser evaluada. La ignición puede ocurrir vía la nube de vapor (para líquidos volátiles), con la flama viajando viento arriba vía el vapor para incendiar el líquido en el derrame. Para líquidos almacenados por debajo de su punto de ebullición normal sin vaporización rápida, la ignición puede también ocurrir mediante los vapores inflamables del líquido evaporándose. Ambos casos pueden resultar en un fuego inicial por llamarada debido a los vapores quemándose- esto puede causar peligros térmicos iniciales.

Una vez que ha ocurrido la ignición, resulta el fuego en el derrame y el mecanismo de daño dominante es vía los efectos térmicos, principalmente por efecto de transferencia de calor radiante de la flama resultante. Si continua la emisión del material inflamable del equipo de proceso es probable que ocurra también un fuego de chorro ("jet fire"). Si la ignición ocurre muy pronto, habrá poco tiempo para que se forme un fuego en derrame y solo resultará un fuego de chorro.

La determinación de los efectos térmicos depende del tipo de combustible, la geometría del derrame, la duración del fuego, la localización .del receptor de la radiación con respecto al fuego y el comportamiento térmico del receptor, para nombrar los principales. Todos estos efectos son tratados en modelos separados pero entrelazados.

### **1. Determinación de la tasa de Combustión.**

Para fuegos en derrames, con diámetros mayores a 1 m. Burgess et al. (1961) demostraron que la tasa a la que el nivel del líquido combustible disminuye en el derrame es dado por:

$$y_{\max} = 1.27 \times 10^{-6} \frac{\Delta H_c}{\Delta H^*}$$

Donde:

$y_{\max}$  = Tasa de decremento en el nivel vertical del líquido (m/s).

$\Delta H_c$  = calor neto de combustión (energía/masa).

$\Delta H^*$  = calor de vaporización modificado en el punto de ebullición.

Valores típicos de tasas verticales son  $0.7 \times 10^{-4}$  m/s (gasolina) a  $2 \times 10^{-4}$  m/s (LPG).

El calor de vaporización modificado incluye el calor de vaporización, más un ajuste para el calentamiento del líquido de la temperatura ambiente  $T_a$  a la temperatura de ebullición del líquido  $T_{BP}$ .

$$\Delta H^* = \Delta H_v + \int_{T_a}^{T_{BP}} C_p dT$$

Donde:

$\Delta H_v$  = calor de vaporización del líquido a la temperatura ambiente (energía/masa).

$C_p$  capacidad calorífica del líquido (energía/masa-grado).

La tasa de combustión de masa es determinada al multiplicar la tasa de combustión vertical por la densidad del líquido. Si la densidad del líquido no está disponible, la tasa de combustión de masa del derrame se puede estimar por:

$$m_B = 1 \times 10^{-3} \frac{\Delta H_c}{\Delta H^*}$$

Donde:

$m_B$  = tasa de combustión de masa (kg/m<sup>2</sup>.s)

El cálculo de la tasa de combustión vertical se ajusta mejor a los datos experimentales que la tasa de combustión de masa, por lo que es preferible el procedimiento de la tasa de combustión vertical y la densidad del líquido.

Las ecuaciones anteriores aplican a fuegos de líquidos en derrames en tierra. Para derrames en agua, las ecuaciones son aplicables si el líquido quemándose tiene un punto de ebullición normal muy por arriba de la temperatura ambiente. Para líquidos con punto de ebullición debajo de la temperatura ambiente, la transferencia de calor entre el líquido y el agua resultan en una tasa de combustión cercana a tres veces la tasa de combustión en tierra (Mudan y Croce, 1988).

## 2.- Tamaño del derrame.

En la mayoría de los casos el tamaño del derrame se fija por el tamaño de la emisión y por barreras físicas locales (diques, áreas de drenaje con pendiente, etc.). Para un derrame continuo en un plano liso infinito, el diámetro máximo se alcanza cuando el producto de la tasa de combustión y el área de la superficie es igual a la tasa del derrame.

$$D_{\max} = 2\sqrt{\frac{V_L}{\pi y}}$$

Donde:

<b><math>D_{\max}</math></b>	=	diámetro de equilibrio del derrame (longitud)
<b><math>V_L</math></b>	=	tasa volumétrica de derrame del líquido (volumen/tiempo)
<b><math>y</math></b>	=	tasa vertical de combustión del líquido (longitud/tiempo)

La ecuación anterior asume que la tasa de combustión es constante y que la transferencia de calor dominante es de la flama.

Normalmente se asume derrames circulares; cuando los diques sean de formas cuadradas o rectangulares, se puede utilizar un diámetro equivalente. Casos especiales incluyen derrames de líquidos criogénicos en agua (mayor transferencia de calor) y derrames instantáneos no confinados.

## 3. Altura de flama.

Muchas observaciones de fuegos en derrames muestran que hay una relación aproximada de la altura de la flama al diámetro. La correlación mejor conocida es dada por Thomas (1963) para fuegos en derrames circulares

$$\frac{H}{D} = 42 \left( \frac{m_B}{\rho_a \sqrt{gD}} \right)^{0.61}$$

Donde:

<b>H</b>	=	altura visible de la flama (m)
<b>D</b>	=	diámetro equivalente del derrame (m)
<b><math>m_B</math></b>	=	tasa de combustión de masa (kg/m <sup>2</sup> s)
<b><math>\rho_a</math></b>	=	densidad del aire (1.2 kg/m <sup>3</sup> a 20°C y 1 atm.)
<b>g</b>	=	aceleración de la gravedad (9.81 m/s <sup>2</sup> )

#### 4.- Desplazamiento e inclinación de la flama.

Los fuegos de derrames son a menudo inclinados por el viento y bajo vientos fuertes, la base del fuego puede ser desplazada viento abajo. Estos efectos alteran la radiación recibida en los alrededores. La AGA (1974) propone la siguiente correlación para la inclinación de la flama:

$$\cos\theta = 1 \quad \text{para } u^* \leq 1$$
$$\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{u^*}} \quad \text{para } u^* \geq 1$$

Donde  $u^*$  es la velocidad del viento no-dimensional dado por la siguiente ecuación a una altura de 1.6 m y theta es el ángulo de inclinación de la flama.

$$u_{10}^* = \frac{u_w}{[(gm_B D) / \rho_v]^{1/3}}$$

Donde  $u$ ; es la velocidad del viento (m/s) medida a una altura de 10 m y  $\rho_v$  es la densidad del vapor en el punto de ebullición del líquido (kg/m<sup>3</sup>).

El desplazamiento de la flama ocurre cuando el viento empuja la base de la flama viento abajo del derrame, con el lado viento arriba de la flama y el ancho de la flama permaneciendo sin cambio. Para fuegos rectangulares y cuadrados la dimensión de la base se incrementa en la dirección del viento. La radiación térmica viento abajo se incrementa porque se reduce la distancia al receptor viento abajo. Para flamas circulares, la forma de la flama cambia de circular a elíptica, resultando en un cambio en el factor de vista y en los efectos radiantes.

Los análisis de riesgo pueden incluir o ignorar estos efectos. La inclinación de la flama es más importante, el desplazamiento de la flama es un tópico avanzado. Generalmente se asume en un fuego en derrame, una flama vertical, que radia calor igualmente en todas direcciones. Si una estructura particularmente vulnerable está localizada en la cercanía y una inclinación de la flama pudiera afectarla entonces se debe de considerar.

### 5.- Potencia emitida de superficie.

Hay dos enfoques disponibles para calcular la potencia emitida de superficie: el modelo de radiación puntual y el modelo de pluma sólida. El modelo de fuente puntual se basa en la tasa de emisión de la energía total de combustión y es el que se utiliza en el SCRI-Fuego.

Para el modelo de fuente puntual, la potencia emitida de superficie por unidad de área se estima utilizando el método de fracción radiante:

1. Calcule la potencia total de combustión (basada en la tasa de combustión del área total del derrame).
  2. Multiplique por la fracción de radiación para determinar la potencia total radiada.
  3. Divida la potencia radiada por el área de superficie de la flama.
- La fracción de radiación total se estima en el rango de 0.15 a 0.35: Ver la siguiente tabla.

**Tabla 28. Fracción de energía total convertida a radiación para hidrocarburos (Mudan y Croce, 1988).**

Combustible	Fracción
Hidrógeno	0.20
Metano	0.20
Etileno	0.25
Propano	0.30
Butano	0.30
C <sub>5</sub> y mayor	0.40

**Fuente:** SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

## MODELO MATEMÁTICO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS PROVOCADOS POR NUBES EXPLOSIVAS.

Este modelo involucra el cálculo para determinar un potencial explosivo aproximado de la sustancia empleada en el proceso (gasolinas).

Se considerará el supuesto de que la gasolina con una densidad de 740 kg/m<sup>3</sup> fugada de la tubería que sufre un sabotaje por agente externo se derrama durante 15 minutos (considerados como el tiempo de reacción en la que se tarda en atender dicho evento) con un flujo de 54.63 l/s en su totalidad, vaporizándose de forma instantánea para formar inmediatamente una nube de 36,383.58 kg; la vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas de la gasolina antes de producirse el derrame.

Se asume una nube de forma cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical. Se supone que la nube cilíndrica no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.

La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la medida aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.

El calor de combustión que produce la explosión se transforma a un equivalente en peso de trinitrotolueno (TNT) (calor de combustión del TNT = **1830 Btu/lb**).

La temperatura del aire ambiente se considera constante e igual a **33.4 °C (70 °F)**.

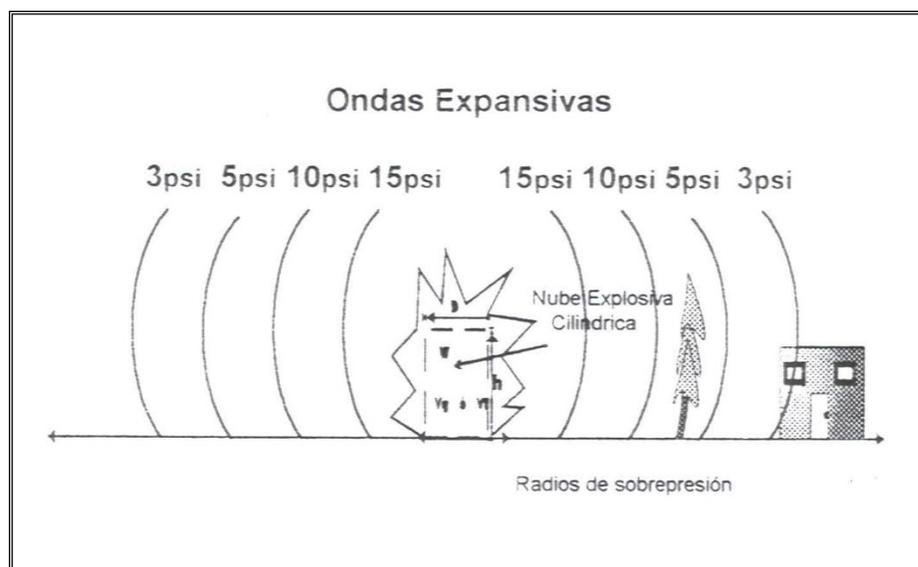
Se considera que una nube originada en el interior de un edificio, formará una nube de las mismas dimensiones que una originada en el exterior del mismo.

Para determinar la magnitud del derrame del material explosivo en una tubería que conecta al área de almacenamiento con el área de despacho (Llenaderas), se pueden considerar dos criterios o tipos de daños probables: **a) El Daño Máximo Probable (D.M.P.)** y **b) El Daño Máximo Catastrófico (D.M.C.)**.

Para el caso que nos ocupa, la magnitud de la fuga se estimará bajo un escenario de **D.M.P.** y **D.M.C.** considerando que el tamaño del derrame estará determinado por **el tiempo de respuesta o atención del evento de fuga en tubería que interviene en el proceso más riesgoso (tanque de 30,000 BLS al 100 %)**. Asimismo no se considerará como limitante la formación de una nube, ni la existencia de fuentes de ignición en las cercanías de la T.A.R. B.C.E.T.

Una vez que se produce la explosión, se generan una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube, y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetro mayores. El **objetivo del modelo** es entonces **determinar la magnitud de los diámetros asociados a la sobrepresión de las ondas y los daños producidos en las instalaciones de la T.A.R. B.C.E.T.**, observe la figura siguiente:

**Figura 7. Imagen donde se muestra el desarrollo de ondas expansivas (sobrepresión) provocadas por una explosión.**



**Fuente:** SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

---

---

**MEMORIA DE CÁLCULO DEL MODELO MATEMÁTICO.**

**CONSIDERACIONES:**

El cálculo siguiente se realizará utilizando unidades del sistema de medida inglés, con cifras aproximadas hasta milésimas.

También se presentarán los **resultados de éste modelo** efectuado en un **programa de cómputo (SCRI 3.1)**, donde los datos son procesados en unidades del sistema métrico, con aproximaciones hasta milésimas, ANEXO.

Los resultados del modelo en la memoria de cálculo presentada, varían respecto de los procesados en el programa de cómputo por los factores de conversión y aproximaciones utilizadas.

Tomando como ejemplo el máximo daño catastrófico que es el **derrame de líquido de una tubería con un flujo volumétrico de 54.63 L/Seg.**, se presenta a continuación el procedimiento y fórmulas empleadas para el cálculo de las ondas de sobrepresión provocadas por la explosión:

**A) Cálculo del peso de material en el sistema (wg ó wl).**

Como el material analizado se encuentra en estado líquido, el peso del material se calcula con su volumen y densidad:

$$WL = 8.34 \text{ Ro VL} \quad (1)$$

Donde:

**WL** = Peso de la gasolina en el proceso (lb).

**Ro** = Densidad de la gasolina en el proceso (g/ml) a temperatura del proceso (**Tp**).

**VL** = Volumen de la gasolina en el proceso (gal).

El valor constante **8.34** es el factor de conversión (lb/g) x (ml/gal)

### B) Calculo del peso del material en la nube (w).

El peso del material en la nube se calcula de acuerdo a las características del material en el proceso.

Como la gasolina tiene un punto de ebullición superior a 21° c, la cantidad vaporizada se calcula con la siguiente formula:

$$W = WL C_p ( T_p - T_{eb} ) / \Delta H_v \quad (2)$$

Donde:

**T<sub>p</sub>**= Temperatura del líquido en el proceso (°C)

**T<sub>eb</sub>**= temperatura de ebullición del líquido (°C)

**C<sub>p</sub>** = Media geométrica de los calores específicos del líquido (cal/g°C) a diferentes temperaturas entre T<sub>eb</sub> y T<sub>p</sub>

**ΔH<sub>v</sub>** = Calor de vaporización del líquido (cal/g) a la temperatura de ebullición T<sub>eb</sub>

El valor del cociente **C<sub>p</sub> (T<sub>p</sub> - T<sub>eb</sub>) / ΔH<sub>v</sub>** representa la fracción del líquido que se vaporiza.

### C) Calculo del diámetro de la nube formada (D).

La metodología empleada aplica únicamente para nubes de gases o vapores que sean más pesados que el aire, y como el vapor de la gasolina es más pesado que el del aire, se emplea la siguiente formula:

$$D = 22.181 (w/h MF)^{1/2} \quad (3)$$

Donde:

**D** = Diámetro de la nube formada (ft).

**h** = Altura de la nube formada.

**M** = Peso molecular del material.

En esta ecuación se considera que la mezcla de vapor de gasolina - aire se encuentra a 21.1°C y 1 atmósfera de presión.

El parámetro F corresponde a la fracción de la nube representada por gas o vapor, si la nube en su totalidad se encuentra a una concentración explosiva media. F se determina con:

$$F = (LIE + LSE) / (2 (100)) \quad (4)$$

Donde:

**LIE** = Límite inferior de explosividad del material (%).

**LSE** = Límite superior de explosividad del material (%).

#### **D) CÁLCULO DE LA ENERGÍA DESPRENDIDA POR LA EXPLOSIÓN (Ed).**

Se asume que la energía desprendida por la explosión de la nube se expresa por su equivalente en toneladas de TNT.

La ecuación representativa es:

$$Ed = W \Delta Hc E / 4.03 * 10^6 \quad (5)$$

Donde:

**Ed** = Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT).

**$\Delta Hc$**  = Calor de combustión del material (Btu/lb).

**$4.03 * 10^6$**  = Calor de combustión del TNT (Btu/ton).

**E** = Factor de explosividad.

**E = 0.02** cuando el escenario se considera Daño Máximo Probable (D.M.P.).

**E = 0.10** cuando el escenario se considera Daño Máximo Catastrófico (D.M.C.).

#### **E) DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DE LAS ONDAS EXPANSIVAS (Doe).**

La determinación de los diámetros de los círculos de sobrepresión se efectúa a través de funciones del tipo exponencial como la siguiente utilizada:

$$Doe = Z (Ed)^{1/3} \quad (6)$$

Donde:

**Doe** = Diámetro de la onda explosiva (ft).

**Ed** = Energía desprendida por la explosión (ton TNT).

**Z** = Distancia escalada para la sobrepresión considerada (ft/ton<sup>1/3</sup>).

**NOTA:** Las operaciones y cálculos fueron realizados mediante la aplicación del programa de cómputo denominado **SCRI FUEGO V 1.4**, por lo que los resultados de la corrida se muestran en ANEXO.

**(Criterio de SEMARNAT)**

Esta operación se realizará para determinar los diámetros de las ondas expansivas considerando el 10 % de la energía total liberada, bajo el escenario de **DMC**, por lo que se tiene lo siguiente:

**Energía total liberada = 33973.95 Kg de TNT (resultado de la simulación programa SCRI FUEGO V1.4)**

**10 % de la energía total liberada = 3,397 de TNT.**

Con la cantidad de energía obtenida (3,97 Kg de TNT), se procede a realizar el cálculo de los diámetros de las ondas expansivas utilizando la misma fórmula del inciso E).

$$\text{Doe} = Z (\text{Ed})^{1/3}$$

Donde:

**Doe** = Diámetro de la onda explosiva (ft).

**Ed** = Energía desprendida por la explosión (ton TNT) = 3.39 ton de TNT.

**Z** = Distancia escalada para la sobrepresión considerada (ft/ton<sup>1/3</sup>).

**(Ed)<sup>1/3</sup> = (3.39)<sup>1/3</sup> = 1.5 ton TNT**

**DETERMINACIÓN DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO Y AMORTIGUAMIENTO.**

Se ANEXAN los planos ZR-1, ZR-2a, ZR-2b, ZR-2a1, ZR-2b1, ZR-2a2, ZR-2b2, ZR-2a3 ZR-2b3, ZR-2a4, ZR-2b4: Representación de zonas de alto riesgo y amortiguamiento y efecto de muros de abatimiento de la radiación térmica.

**Análisis de los daños producidos por fuego y radiación térmica del evento simulado.**

Es obvio que el contacto directo con una flama de cualquier tipo no es una buena idea durante cualquier periodo de tiempo prolongado debido a que el calor extremo puede incendiar los materiales combustibles o quemar severamente y destruir el tejido vivo. Lo que puede no entenderse completamente es que el fuego también puede causar daños o lesiones a distancia a través de la

trasmisión de la radiación térmica, de forma no muy distinta a como el sol calienta la tierra. Tal radiación, la cual es completamente distinta a la radiación nuclear, es más potente sobre la superficie de la flama y se debilita rápidamente al alejarse en cualquier dirección. En consecuencia, durante una fuga mayor de material peligroso en donde se involucre el fuego, los daños a la propiedad y las lesiones a las personas pueden ocurrir no solo en las áreas donde se encuentra el fuego, sino también en la zona que rodea el incendio.

Los niveles de radiación térmica (también conocidos como flujos de radiación térmica) se miden y se expresan en unidades de potencia por unidad de área, del elemento que recibe la energía. Sin embargo, debido a que el daño o la lesión sostenida por el objeto receptor es una función de la duración de la exposición así como del nivel, las dosis de radiación térmica nos conciernen también. Estas dosis se determinan al combinar los niveles de radiación con los tiempos de exposición y se expresan en unidades de energía por unidad de tiempo por unidad de área de superficie receptora. La siguiente tabla lista algunos de los efectos conocidos de la radiación térmica sobre la piel como una función del nivel y el tiempo de exposición.

**Tabla 29. Criterios de lesiones por quemaduras debido a radiación térmica.**

kW/m <sup>2</sup>	BTU/hr-ft <sup>2</sup>	Tiempo para dolor severo (s)	Tiempo para quemadura de 2° grado (s)
1	300	115	663
2	600	45	187
3	1000	27	92
4	1300	18	57
5	1600	13	40
6	1900	11	30
8	2500	7	20
10	3200	5	14
12	3800	4	11

**Fuente:** Manual de usuario SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4 Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los criterios propuestos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, parámetros que se indican a continuación:

**Tabla 30. Criterios para definición de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento efectos de sobrepresión provocada por una explosión (SEMARNAT).**

DEFINICIÓN DE ZONAS	EXPLOSIBILIDAD (sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	1.0 lb/in <sup>2</sup>
Zona de Amortiguamiento	0.5 lb/in <sup>2</sup>

**Fuente:** Guía para la presentación Estudio de Riesgo Ambiental de SEMARNAT.

### Simulación No. 1.

**Incendio de charco no confinado en recepción de Gasolina a la "T.A .R. Baja California Energy Translogistics" por derrame de Carro Tanque de Ferrocarril.** Cantidad Considerada para Modelación (104,940.00 Litros de Gasolina).

Suponiendo **una fuga total de gasolina del carro tanque con capacidad de 660 barriles (27,711 gal)** equivalentes a **104,940.00 Litros**. Esto ante un **posible impacto o sabotaje** mismo que ocasiona una fisura en el tanque con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/seg.) Esto da una **duración de la fuga de 1,920.4 segundos**. Se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistemas de corte de emergencia en el carro tanque así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**Tabla 31. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco".**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Radiación térmica (kw/m <sup>2</sup> )
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	84.81	5
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	158.22	1.4

**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la radiación calculada con **5 kw/m<sup>2</sup>** una persona ubicada a una distancia **84.81 m** tardará **4 s**

aproximadamente para sufrir dolor severo y un tiempo aproximado de exposición de **40 s** para sufrir quemaduras de segundo grado, considerando esta zona como **zona de amortiguamiento**.

Cabe aclarar que **los eventos simulados no consideran los sistemas de seguridad** (mismos tanto la probabilidad de incendio como la cantidad de derrame).

Otros factores que se consideran al momento de realizar la simulación son los siguientes:

1. La fuga de combustible es continua y fallan los sistemas de control.
2. El combustible una vez fugado en su totalidad se encuentra con una fuente de ignición, presentándose inmediatamente el incendio.
3. No se toman en cuenta las coladeras y drenajes de combustible existentes.
4. No se toma en cuenta para la extensión del fuego el muro perimetral de contención y concreto armado proyectado para la T.A.R. B.C.E.T. y la de las construcciones colindantes.
5. No se considera la dispersión del combustible por acciones de clima.

## **Simulación No. 2.**

Simulación de **incendio de charco confinado ante derrame en dique de contención del tv-06 de 30,000 BLS** de la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics". Cantidad considerada para modelación (**4'770,000 litros de gasolina**).

Suponiendo una fuga total e **incendio del combustible derramado en dique de contención** del tanque de gasolina **con una capacidad de 1.2 veces mayor que la del tanque TV-06** (siendo el **tanque de mayor capacidad en la T.A.R. B.C.E.T.**) resultando una **capacidad del dique de 36,000 BLS**, equivalentes a 5, 724, 000 L al **encontrar una fuente de ignición**. Esto **ante posible fractura en la pared debilitada del tanque de almacenamiento** (ocasionada **por mantenimiento inadecuado, falla en los sistemas de controles de nivel, algún evento natural o sabotaje**) de capacidad nominal igual a 30,000 BLS equivalentes a 4, 770, 000 L dicho derrame **con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/seg.)** esto **da una duración de la fuga de 87,314.66 seg.** Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema-contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**Tabla 32. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco"**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Radiación térmica (kw/m <sup>2</sup> )
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	133.03	5
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	247.58	1.4

**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la radiación calculada con **5 kw/m<sup>2</sup>** una persona ubicada a una distancia **133.03 m** tardará **4 s** aproximadamente para sufrir dolor severo y un tiempo aproximado de exposición de **40 s** para sufrir quemaduras de segundo grado, considerando esta zona como **zona de amortiguamiento de 247.58 m**.

### Simulación No. 3.

**Incendio de charco confinado ante derrame** de la capacidad total de 200,000 bls equivalentes a **31, 800, 000 l** en **área de almacenamiento** de la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics". Cantidad considerada para modelación (**31'800,000 litros de gasolina**).

Suponiendo **una fuga total e incendio del combustible derramado en diques de contención de todos los tanques de almacenamiento** con una capacidad de 1.2 veces mayor que la capacidad nominal de **200,000 BLS equivalentes a 31, 800, 000 L**. (siendo la **capacidad total en la T.A.R. B.C.E.T.**) resultando una capacidad en diques total de 240,000 BLS, equivalentes a 38,160, 000 L al encontrar una fuente de ignición. Esto **ante posible fractura en la pared debilitada de los tanques de almacenamiento (ocasionada por mantenimiento inadecuado, falla en los sistemas de controles de nivel, algún evento natural o sabotaje)**.

Dicho derrame **con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/seg.)** en C/T esto da una **duración de la fuga de 698,517.30 seg.** Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**Tabla 33. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco".**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Radiación térmica (kw/m <sup>2</sup> )
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	340.42	5
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	630.27	1.4

**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la radiación calculada con **1.4 kw/m<sup>2</sup>** una persona ubicada a una distancia **340.32 m** tardará **4s** aproximadamente para sufrir dolor severo y un tiempo aproximado de exposición de **40 s** para sufrir quemaduras de segundo grado, considerando esta zona como **zona de amortiguamiento de 630.27 m**.

#### Simulación No. 4.

**Incendio de charco no confinado en suministro de gasolina** a la "T.A .R. Baja California Energy Translogistics" **por derrame de auto tanque con doble semi remolque de 42,000 L, c/u.** cantidad considerada para modelación (**84,000 litros de gasolina**).

**Incendio de charco no confinado:** suponiendo una **fuga total de gasolina del auto tanque con doble semi remolque de 42,000 L, C/U** con un **derrame total de 84, 000 L**. Esto **ante un posible impacto o sabotaje** mismo que **ocasiona una fisura en los tanques con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/Seg.)** Esto da una **duración de la fuga de 1,538 Seg.** Se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistemas de corte de emergencia en el carro tanque así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**Tabla 34. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame "incendio de charco".**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Radiación térmica (kw/m <sup>2</sup> )
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	84.63	5
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	158.12	1.4

**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la radiación calculada con **5 kw/m<sup>2</sup>** una persona ubicada a una distancia **84.63 m** tardará **4 s** aproximadamente para sufrir dolor severo y un tiempo aproximado de exposición de **40 s** para sufrir quemaduras de segundo grado, considerando esta zona como **zona de amortiguamiento**.

#### **Simulación No. 5.**

**Incendio de charco no confinado una fuga y derrame de gasolina en tubería de conducción con un flujo de 54.63 L/s** considerando un tanque de almacenamiento de 30,000 bls dentro de la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics".

Suponiendo una **emisión de gasolina escapa de una fuga de una tubería con un flujo volumétrico de 54.63 L/Seg.** e **incendio de charco del combustible derramado en tubería del tanque TV-06 de gasolina** con una **capacidad nominal igual a 30,000 BLS equivalentes a 4, 770, 000 L.** (siendo el tanque de mayor capacidad en la T.A.R. B.C.E.T.) al encontrar una fuente de ignición. Esto **ante posible fisura en dicha tubería** (ocasionada por mantenimiento inadecuado, válvulas, falla del paquete de medición, algún evento natural o sabotaje) de dicho derrame **con un flujo volumétrico de 860 GPM (54.63 L/seg.)** esto da una **duración de la fuga de 87,314.66 seg.** Lo cual se considera un escenario catastrófico, por lo tanto no se toma en consideración el tiempo de respuesta de los sistemas de seguridad y/o sistema- contra incendio así mismo se asume que se descargará todo el contenido ya que el evento simulado presupone una fuga incontrolada.

**Tabla 35. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica provocada por fuego en un derrame “incendio de charco”.**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Radiación térmica (kw/m <sup>2</sup> )
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	81.28	5
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	151.64	1.4

**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la radiación calculada con **5 kw/m<sup>2</sup>** una persona ubicada a una distancia **81.28 m** tardará **4 s** aproximadamente para sufrir dolor severo y un tiempo aproximado de exposición de **40 s** para sufrir quemaduras de segundo grado, considerando esta zona como **zona de amortiguamiento**.

#### **Simulación No. 6.**

**Nube explosiva por efecto de sobrepresión ante fuga en tubería de conducción en la T.A.R. B.C.E.T. con un flujo volumétrico de 54.63 L/seg liberando 36,384 kg de gasolina en un tiempo de respuesta de 15 min.**

Se considera una fuga con un flujo volumétrico de 54.63 l/s en tubería de conducción de la T.A.R. B.C.E.T. con un tiempo de respuesta de 15 min lo cual nos da una masa liberada o derramada igual a 36,384 kg de gasolina misma que se gasifica/evapora formando una nube explosiva en forma de cilindro que explota por efecto de sobrepresión al encantar una fuente de ignición. Considerando una densidad de la gasolina de 740 kg/m<sup>3</sup>.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los criterios propuestos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, parámetros que se indican a continuación:

**Tabla 36. Criterios para definición de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento (SEMARNAT).**

DEFINICIÓN DE ZONAS	EXPLOSIBILIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de Alto Riesgo	1.0 (psig)
Zona de Amortiguamiento	0.5 (psig)

**Fuente:** Guía para la presentación Estudio de Riesgo Ambiental de SEMARNAT.

**Tabla 37. Efectos de Nubes Explosivas en Instalaciones ubicadas a diferentes distancias con respecto del centro de la explosión.**

SOBREPRESIÓN (lb/in <sup>2</sup> )	EFFECTOS EN PLANTAS INDUSTRIALES
0.3	Caída de techos de asbesto, falla de mamparas.
0.5	<b>Cuarto de control (techo metálico): rotura de ventanas y medidor. Cuarto de control (techo de concreto): rotura de ventanas y medidores.</b>
1.0	<b>Cuarto de control (techo de concreto): conectores dañados por colapso del techo.</b>
1.5	Cuarto de control (techo metálico): colapso del techo. Cuarto de control (techo concreto): colapso del techo. Cubículo de instrumentos: rotura de ventanas y medidores.
2.0	Rotura de ventanas y dispensarios. Falla de paredes de concreto.
3.0	Tanque de almacenamiento (techo cónico): el equipo se levanta (50% de llenado) Cubículo de instrumentos: líneas de fuerza dañadas, controles dañados.
3.5	Cuarto de control (techo metálico): falla de paredes de concreto. Cuarto de control (techo de concreto): falla de paredes de concreto. Soporte de tuberías: marcos deformados. Transformadores eléctricos: daño por proyección de partículas.
5.0	Zona de despacho: daño por proyección de partículas.
5.5	Soporte de tuberías de venteo: marcos colapsados tubería rota.
6.0	Equipos en el cuarto de máquinas, el equipo se mueve y la tubería se rompe. Válvulas: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
7.5	Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas.
9.0	Compresor: Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas. Recipiente horizontal a presión: unidad destruida.
9.5	Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida. Transformador eléctrico: unidad destruida.
14.0	Equipos anclados a concreto: unidad se mueve de sus cimientos.
16.0	Elementos de concreto de mueven.
20.0	Elementos de concreto destruidos.

**Fuente:** Manual de usuario SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

**Tabla 38. Resultados de la simulación efectuada por nube explosiva por sobrepresión provocada por fuga en tubería de gasolina que comunica al área de almacenamiento con la áreas de suministro a auto tanques (Llenaderas).**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Sobrepresión (psig)
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	584.82	1.0
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	994.09	0.5

**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.4

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la sobrepresión calculada con **1.0 psig** a una **distancia 584.82 m** el cuarto de control (techo de concreto) presentaría conectores dañados por colapso del techo, considerando ésta zona como zona de alto riesgo. Mientras que la zona de amortiguamiento con **0.5 psig**, se considera a una distancia de resguardo de **994.09 m** con respecto del centro de la explosión (Ver Anexo: Planos ZR-2a5. Nube Explosiva por Efecto de Sobrepresión ante Fuga en Tubería de Conducción en La T.A.R. B.C.E.T. con un Flujo Volumétrico de 54.63 L/S liberando 36,384 Kg de Gasolina en un tiempo de respuesta al incidente de 15 Min.; ZR-2b5. Efecto de abatimiento de sobrepresión por muro perimetral de contención del proyecto.

La posible afectación de la T.A.R. B.C.E.T. por la detonación de una nube explosiva, tomando en cuenta las capacidades máximas de almacenamiento 200, 000 BLS, rebasarían las instalaciones de la T.A.R. B.C.E.T., además esta consideración no es posible, aún y considerando que los sistemas de seguridad fallaran, debido a que las condiciones físicas y químicas en que se encuentra el combustible almacenado con medidas de seguridad , sin oxígeno **no se permite la formación de una mezcla explosiva**. Se consideró una eficiencia del material explosivo (gasolina) de 0.1 (dato propuesto en la guía del Software SCRI Fuego V1.4 para dicha simulación), ver plano anexo con clave ZR-2a5 así como plano ZR-2b5 efecto de muro de abatimiento además de la corrida de ésta simulación en ANEXO y planos de representación de zonas de alto riesgo y amortiguamiento, donde se puede observar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento.

**Es importante el mencionar que las simulaciones se presentan sobre escenarios hipotéticos donde la posibilidad de que suceda es mínima**, sobre todo si se llevan a cabo las medidas de seguridad proyectadas para la T.A.R. B.C.E.T., la capacitación al personal que labore en la T.A.R. B.C.E.T., además de mantener todos los equipos en óptimas condiciones.

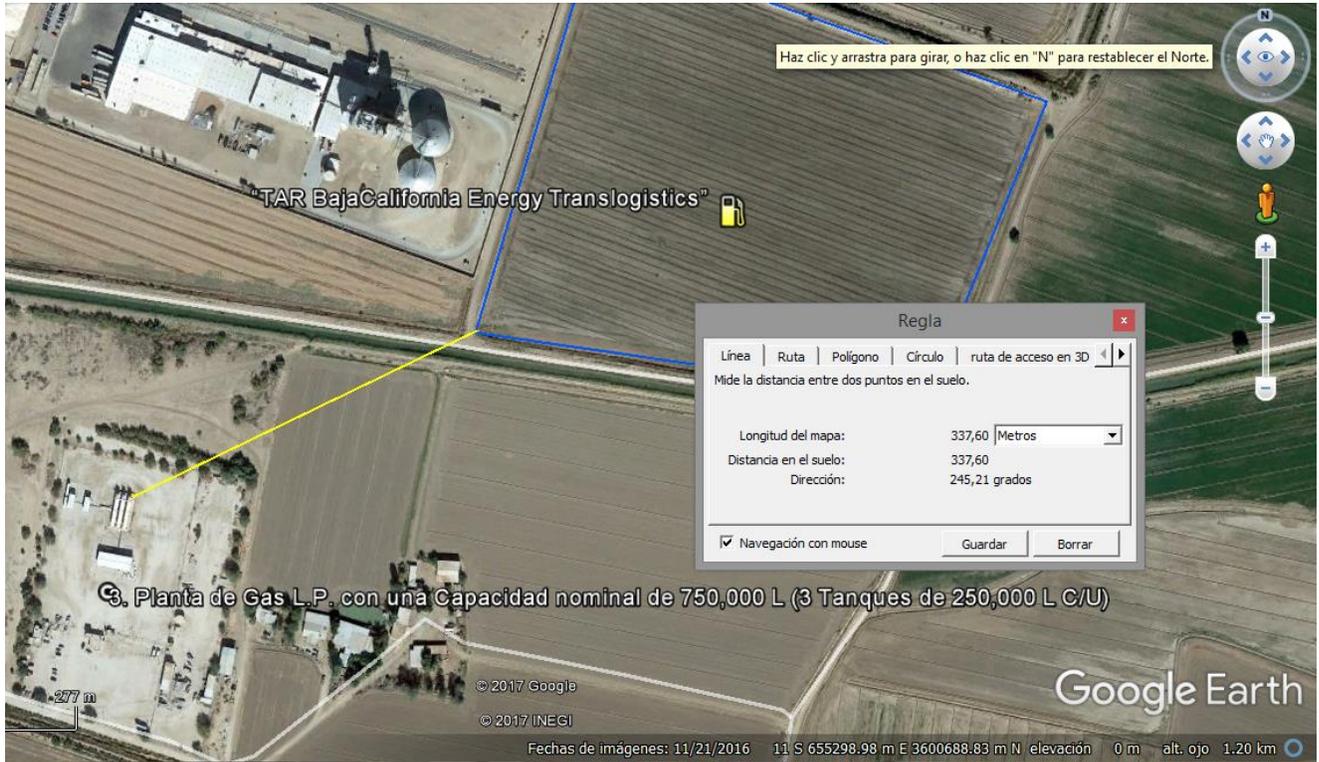
## II.2. INTERACCIONES DE RIESGO.

Para este apartado de análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo, se procedió a la caracterización de la zona de influencia comenzando con la identificación de las **colindancias inmediatas hasta un radio de 2000 m a partir del centro del predio para la T.A.R. B.C.E.T. (ANEXO No. AR-2.USO DE SUELO Y COLINDANCIAS EN LA ZONA DE ESTUDIO)**; describiendo el uso de suelo actual en dicha zona de estudio con la finalidad de identificar aquellas áreas, equipos o instalaciones próximas a la TAR BCET que por su ubicación o por la naturaleza de su operación, manejo de sustancias peligrosas, pudieran tener interacción de riesgo con la T.A.R. B.C.E.T., resultando la identificación de las siguientes instalaciones identificadas en las zonas de estudio:

La primera instalación identificada con posible interacción de riesgo, corresponde a la colindancia inmediata Oeste con Uso de Suelo industrial en específico de alimentos (**No. 2. "Pastas La Moderna"**). Cuya **interacción de riesgo** principalmente es **como fuente de ignición** al utilizar en su proceso productivo **quemadores de Gas L.P.** cuestión que se debe considerar, aunado al **factor ambiental viento** como **posible dispersor o transportador de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's)** o de en el caso de posibles fugas o derrames de hidrocarburos en la T.A.R. B.C.E.T. que al gasificarse o volatizarse generarían un ambiente explosivo (nube explosiva) que además al ser transportados por éste agente, **interactúen con dicha fuente de ignición** ante lo cual pudiera tener lugar una explosión por sobre presión ante tales condiciones (tal situación se asemeja a las consideraciones tomadas en cuenta para la simulación No. 6).

Una instalación identificada es **Id. No. 3. Planta de Gas L.P. con una Capacidad nominal de 750,000 L (en 3 Tanques de 250,000 L C/U)** ubicada a 337 m al Suroeste del predio para la T.A.R. B.C.E.T., razón por la cual se decidió hacer la siguiente simulación para identificar la interacción de riesgo ante un posible evento catastrófico como se describe a continuación.

**Figura 8. Planta de Gas L.P. con una Capacidad nominal de 750,000 L (en 3 Tanques de 250,000 L C/U) ubicada a 337 m al Suroeste del predio para la T.A.R. B.C.E.T.**



**Fuente:** Google Earth Pro.

### **7. Posible interacción de riesgo ante Bola de Fuego de 750,000.00 L del elemento No.3. Planta de Gas L.P. en zona aledaña a la “T.A.R. Baja California Energy Translogistics”.**

El evento supuesto de posible interacción de riesgo ante una fuga ocasionada por un agente externo (sabotaje) en área de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad nominal de 750,000 L (equivalentes a 405,000kg al 100%) en tres tanques estacionarios de 250,000 L C/U del elemento No. 3 de la zona aledaña al predio para la T.A.R. B.C.E.T., con las siguientes consideraciones: capacidad operativa en almacenamiento de 90% (equivalente a 364,500 kg), con una densidad de Gas L.P. de 0.54 kg/L así como una temperatura ambiente de 33.4 °C y una humedad atmosférica de 50%. Considerado como máximo escenario de posible interacción de dichas instalaciones con la T.A.R. B.C.E.T (Ver en Anexo. Hojas de simulaciones así como Plano de Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por interacción de riesgo del evento simulado).

**Tabla 39. Resultados de la simulación efectuada por posible interacción de riesgo ante Bola de Fuego de 750,000.00 L del elemento No.3. Planta de Gas L.P. en zona aledaña a la T.A.R. B.C.E.T.**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Radiación térmica (kw/m <sup>2</sup> )
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	1,247.45	5.0
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	2,167.91	1.4

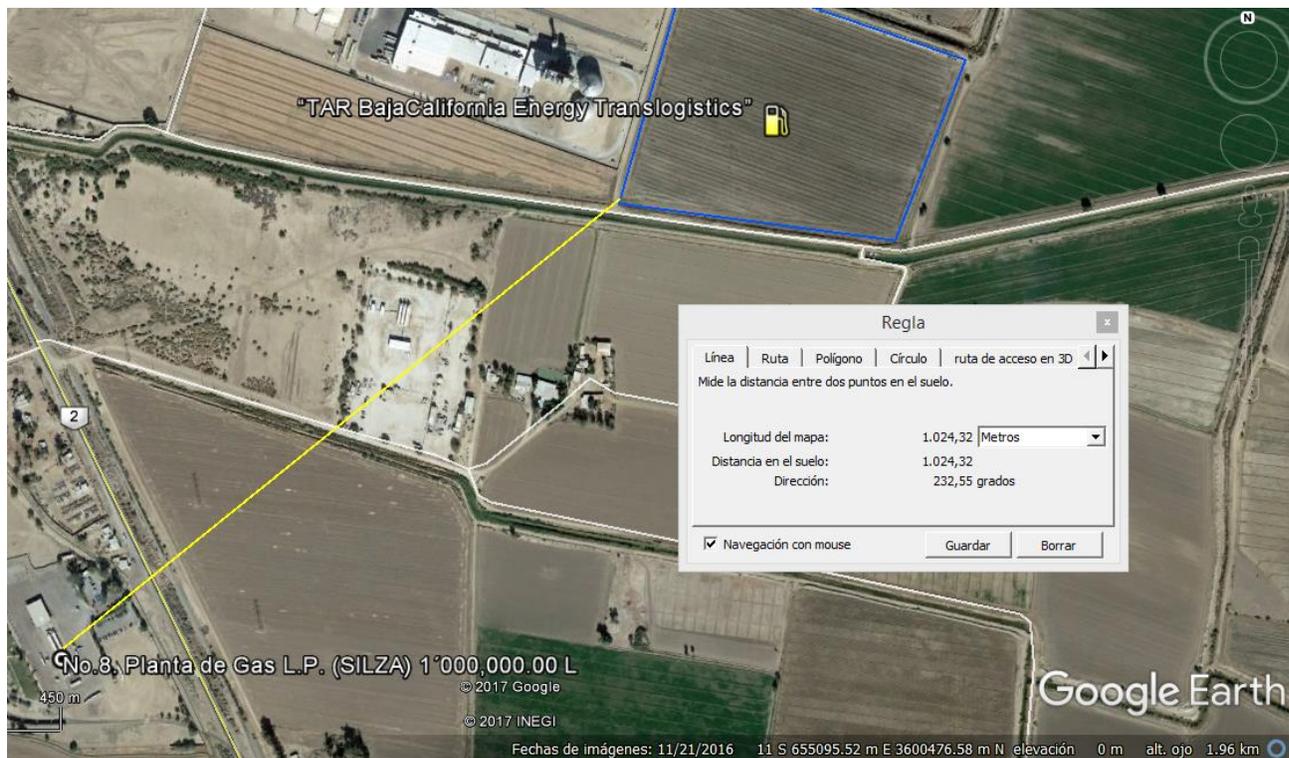
**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la radiación calculada con **5 kw/m<sup>2</sup>** una persona ubicada a una distancia **1247.45 m** tardará **4 s** aproximadamente para sufrir dolor severo y un tiempo aproximado de exposición de **40 s** para sufrir quemaduras de segundo grado, considerando esta zona como **zona de amortiguamiento de 2167.91 m** (Ver Anexo: Hojas de las simulaciones así como Planos: ZR-3a. Interacción de Riesgo del Proyecto con La Planta de Gas L.P. No. 3; ZR-3b. Efecto de abatimiento por muro Perimetral).

**Es importante el mencionar que las simulaciones se presentan sobre escenarios hipotéticos donde la posibilidad de que suceda es mínima**, sobre todo si se llevan a cabo las medidas de seguridad proyectadas para la T.A.R. B.C.E.T., la capacitación al personal que labore en la T.A.R. B.C.E.T., además de mantener todos los equipos en óptimas condiciones.

Otra instalación con posible interacción de riesgo identificada es la **No.8. Planta de Gas L.P. (SILZA) ubicada a un kilómetro con 24 metros al Oeste en zona aledaña a la T.A.R. B.C.E.T.** por lo que se simula un evento por **Posible interacción de riesgo ante Bola de Fuego de 1´000,000.00 L** capacidad nominal (en cuatro tanques estacionarios con 250,000 L c/u), como se describe a continuación.

**Figura 9. Planta de Gas L.P. (SILZA) ubicada a un kilómetro con 24 metros al Oeste en zona aledaña a la T.A.R. B.C.E.T.**



**Fuente:** Google Earth Pro.

El evento supuesto de posible interacción de riesgo ante una fuga ocasionada por un agente externo (sabotaje) en área de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad nominal de 1'000,000.00 L (equivalentes a 540,000 kg al 100%) en cuatro tanques estacionarios de 250,000 L C/U del elemento No. 8 de la zona aledaña al predio para la T.A.R. B.C.E.T., con las siguientes consideraciones: capacidad operativa en almacenamiento de 90% (equivalente a 486,000 kg), con una densidad de Gas L.P. de 0.54 kg/L así como una temperatura ambiente de 33.4 °C y una humedad atmosférica de 50%. Considerado como máximo escenario de posible interacción de dichas instalaciones con la T.A.R. B.C.E.T.

**Tabla 40. Resultados de la simulación efectuada por posible interacción de riesgo ante Bola de Fuego de 1´000,000.00 L del elemento No.8. Planta de Gas L.P. (SILZA) en zona aledaña a la TAR BCET.**

DEFINICIÓN DE ZONAS	Distancia (m)	Radiación térmica (kw/m <sup>2</sup> )
<b>Zona de Alto Riesgo</b>	1,389.66	5.0
<b>Zona de Amortiguamiento</b>	2,416.14	1.4

**Fuente:** Elaboración propia con simulación en SCRI - FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión 1.

Los anteriores datos relacionados con los resultados de la simulación efectuada nos indican que la radiación calculada con **5 kw/m<sup>2</sup>** una persona ubicada a una distancia **1,389.66 m** tardará **4 s** aproximadamente para sufrir dolor severo y un tiempo aproximado de exposición de **40 s** para sufrir quemaduras de segundo grado, considerando esta zona como **zona de amortiguamiento de 2,416.14 m** (Ver Anexo: Hojas de las simulaciones así como Planos: ZR-4a. Interacción de Riesgo del Proyecto con la Planta de Gas L.P. No. 8; ZR-4b. Efecto de abatimiento por muro Perimetral).

**Es importante el mencionar que las simulaciones se presentan sobre escenarios hipotéticos donde la posibilidad de que suceda es mínima**, sobre todo si se llevan a cabo las medidas de seguridad proyectadas para la T.A.R. B.C.E.T., la capacitación al personal que labore en la T.A.R. B.C.E.T., además de mantener todos los equipos en óptimas condiciones.

### II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

El objetivo de la evaluación de los riesgos vulnerables es estudiarlos a fin de considerar todas aquellas situaciones que representen un riesgo potencial tanto para el Parque Industrial como para la población, y para el caso que nos ocupa la T.A.R. B.C.E.T. es la correlación de estas con el entorno y viceversa. El riesgo vulnerable será aquel que cree una condición emergente con potencial de provocar daño de los propios procesos transformadores de la ciudad según sus particularidades físicas, ambientales, económicas, demográficas, culturales y políticas. La ciudad en su ámbito urbano es un sistema complejo, dinámico, que modifica y ajusta permanentemente sus estructuras y funciones a las demandas y relaciones entre los individuos y entre estos y su entorno físico natural o construido, por lo que el avance del área urbanizada altera el entorno natural, modifica procesos naturales geomorfológicos e hidrometeorológicos y a su vez es impactado y moldeado por la dinámica natural. Eventos frecuentes de baja intensidad (ej. deslizamientos) o intensos de baja frecuencia (Ej. huracanes,

terremotos) colocan a prueba las condiciones de este entorno construido en términos de los requerimientos de resistencia y funcionalidad.

En el contexto de la anterior conceptualización de riesgo urbano, se establecerá el riesgo y vulnerabilidad presente en la zona de estudio mediante la siguiente metodología.

Con el fin de establecer las bases técnicas y científicas que presentan los diversos fenómenos destructivos, así como para identificar las medidas para su reducción, conforme al marco conceptual que establece el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), por lo que para esta área de estudio en función del Sistema de Protección Civil se clasifican en cinco diferentes ámbitos para la generación de los sistemas perturbadores, los cuales son:

a) **RIESGOS GEOLÓGICOS.** Estos son fenómenos que se producen por la propia actividad de las placas tectónicas, que tienen fallas continentales y/o regionales, debiendo señalar que dentro de este tipo de fenómenos se derivan en:

- Sismos.
- Erupciones y emisiones volcánicas.
- Inestabilidad de laderas.
- Hundimientos locales, regionales y agrietamientos.

b) **RIESGOS Y VULNERABILIDAD HIDROMETEOROLÓGICA.** Estos son eventos derivados de la acción violenta de la propia naturaleza, a partir de los agentes atmosféricos.

- Ciclones tropicales (Huracanes).
- Inundaciones.
- Tormentas de granizo.
- Heladas y nevadas.
- Tornados.
- Viento.
- Sequías.
- Frente frío.

c) **RIESGOS Y VULNERABILIDAD SANITARIOS – ECOLÓGICOS.** Estos, se vinculan estrechamente con el mismo crecimiento de la población, sus fuentes se ubican en las grandes concentraciones humanas y derivan de condiciones insalubres.

- Epidemias o Plagas.
- Erosión.
- Contaminación de aire, agua suelo y alimentos.
- Residuos peligrosos.

d) **RIESGOS Y VULNERABILIDAD QUÍMICO – TECNOLÓGICOS.** Están íntimamente ligados a la compleja vida de la sociedad, al desarrollo industrial y tecnológico de las actividades humanas y al uso

de diversas formas de energía, las cuales generalmente afectan en mayor medida a las grandes concentraciones humanas e industriales.

- Fugas y derrames.
- Almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Incendios y explosiones.
- Transporte de sustancias peligrosas.

e) RIESGOS SOCIO - ORGANIZATIVOS. Estos tienen su origen en las actividades de las concentraciones humanas y/o el mal funcionamiento de algún sistema de subsistencia, lo cual afecta los servicios básicos.

- Accidentes terrestres y aéreos,
- Interrupción de servicios,
- Actos de sabotaje y terrorismo,
- Concentraciones masivas de población y
- Enfrentamientos.

Para que el análisis a realizar se anexara un punto más el cual nos permitirá saber el grado de riesgo y vulnerabilidad encontrado en el área de influencia del proyecto y zonas cercanas al mismo, por lo tanto se tiene el siguiente punto:

f) RIESGOS Y VULNERABILIDAD DETECTADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO. Una vez conceptualizados los términos de análisis se procederá a analizar y detectar los riesgos y vulnerabilidades presentes en la zona de estudio.

A continuación se analizan cada uno de los incisos antes mencionados a más detalle:

#### **a) RIESGOS GEOLÓGICOS.**

##### Topografía.

El punto para establecer los porcentajes relativos de inclinación o pendiente es para ayudar a entender las funciones ambientales y limitaciones del sitio, incluyendo la susceptibilidad a la erosión, la accesibilidad al potencial de construcción y otros factores. En general, entre más empinada la inclinación, es mayor el potencial para la erosión, deslizamiento y la fuga rápida de aguas lluvias. Generalmente, una edificación o desarrollo urbanístico debería estar localizado en un área plana y nunca en inclinaciones más pendientes que las que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 41. Pendientes de elementos urbanos consideradas seguras.**

<i>Tipo de Uso</i>	<i>Alcance Extremo (porcentaje de inclinación)</i>	<i>Alcance Sugerido (porcentaje de inclinación)</i>
Calles públicas	0.5-10	1-8
Carreteras privadas	0.5-20	1-12
Conductos de servicios	0.5-15	1-10
Áreas de estacionamiento	0.5-8	1-5
Caminos para recolectores	0.5-12	1-8
Caminos para entradas	0.5-8	1-4
Rampas para peatones	Hasta 12	Hasta 8
Gradas	25-50	33-50
Patios para juegos	0.5-2	0.5-1.
Campos para juegos	1-5	2-3
Cunetas pavimentadas	0.25-100	1-50
Zanjas engramadas	0.5-15	2-10
Terrazas y áreas par sentarse	0.5-3	1-2
Terraplenes engramados	Hasta 50	Hasta 3
Terraplenes plantados	Hasta 100	Hasta 50

**Fuente:** adaptada de la tabla en Ingeniería del terreno para Arquitectos Paisajistas, por Strom y Nathan.

El proyecto se localiza sobre la unidad fisiográfica del tipo **LLANURA** la cual suele ser un territorio extenso y, tal como lo dice su nombre, llano, es decir, sin relieves, depresiones o altitudes que lo desnivelen. Es por esta razón que es utilizada principalmente para actividades económicas como la agricultura y el pastoreo o ganadería ya que es mucho más accesible que otras regiones o terrenos en los que hay mayor presencia de rocas, desniveles, etc.

Específicamente el terreno que ocupa **el proyecto**, es un **terreno plano con ligera pendiente descendente norponiente-suroriente del 0.01%** en un predio baldío con anterioridad actividad agrícola.

Figura 10. Imagen de satélite, donde se ubica el proyecto..



Fuente: Google Earth.

En cuanto a estabilidad del suelo relacionado con el factor pendiente o inclinación este se considera seguro.

#### Inestabilidad de laderas.

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción en masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosostentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos.

El grado de **estabilidad de una ladera depende** de diversas variables (factores condicionantes) tales como la **geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deformación y la actividad humana**, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).

De entre los fenómenos geológicos, los deslizamientos de laderas son los más frecuentes en el país y su tasa de mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Aunque también pueden ocurrir durante sismos intensos, erupciones volcánicas y por actividades humanas como cortes, colocación de sobrecargas (viviendas, edificios, materiales de construcción, etc.), escurrimientos, filtraciones de agua, excavaciones, etc. Debido a que el agua juega el papel más importante en la inestabilidad de una ladera, las medidas de prevención y mitigación deben ser orientadas a reducir al mínimo su ingreso al interior de las laderas.

Siendo así y una vez considerados los anteriores argumentos correlacionados con el diagnóstico geológico de la zona de estudio, se determinarán riesgos por inestabilidad de laderas.

- La composición geológica del suelo está conformada principalmente por roca sedimentaria, como son las areniscas, conglomerados y suelos, perteneciente al periodo cuaternario y de origen aluvial.
- El estudio de mecánica de suelos arroja un estrato limo arenoso con un espesor de 1.0 m a una profundidad de 2.00 m a 3.5 m, sobre yace a este una capa de arcilla de alta plasticidad hasta el contacto con la superficie y la cual presenta una capacidad de carga moderada.
- El Atlas de Riesgos del Estado de Baja California indica que el predio proyectado T.A.R. B.C.E.T. se ubica en un ÁREA EXPUESTA A LICUEFACCIÓN.
- En la zona no existen flujos naturales y artificiales superficiales de escurrimientos pluviales de importancia así como subterráneos cercanos al proyecto que pudieran desestabilizar el suelo.
- La pendiente del suelo (0.0 al 1%) soporta la cohesión interna de este.
- La **capacidad de carga** del suelo en la partes con estructuras construidas es la suficiente para soportar éstas, aun así en la etapa de construcción el terreno al actual material se le añadirá material para mejoramiento o se sustituirá por tepetate lo cual modificara su capacidad de carga y por lo tanto será apto para la construcción del proyecto. Según el **Estudio de Mecánica de Suelos** se encontraron la **capacidad de carga** es baja de 6 a 8 ton/m<sup>2</sup>.
- Relativo a **riesgos por hundimientos por trabajos mineros**, estos no se detectaron en el predio, donde se no se detectan anomalías naturales o artificiales que pudieran causar problemas para el desarrollo del proyecto.
- En la zona donde se desarrollará el proyecto la **probabilidad de riesgo por deslizamiento, hundimiento o colapso del suelo es muy alta**, debido a que se ubica sobre un **suelo aluvial** con un estrato inferior limo arenoso y en una **zona sísmica de categoría D** 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**.

- De la revisión del Atlas Nacional de Riesgos se tiene que la zona en estudio se ubica en una zonificación de **RIESGO: MUY ALTO** en **susceptibilidad de laderas**. Como se muestra a continuación:

#### Sismicidad.

En cuanto a las Intensidades Máximas, basadas en la Escala Modificada de Mercalli, el proyecto se ubica en La Escala Global de V lo que indica en cuanto a la percepción de las personas de un sismo lo siguiente:

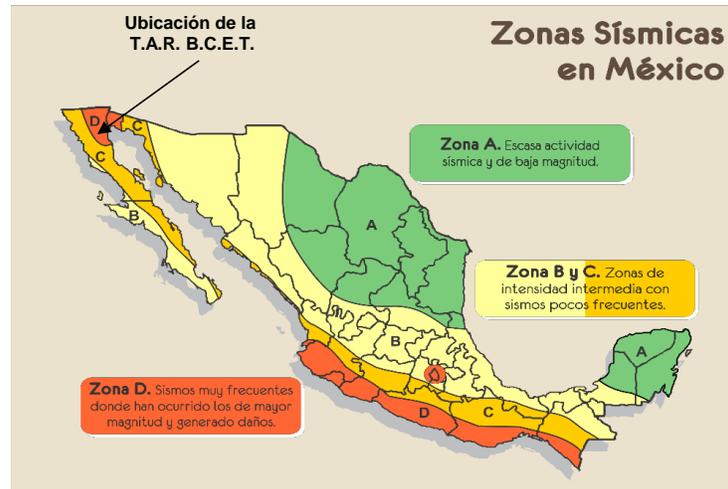
Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, y similares rotos; grietas en el revestimiento de algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.

De acuerdo con la zonificación sísmica establecida para la República Mexicana, T.A.R. B.C.E.T. **se ubica en la zona "D" con riesgo sísmico ALTO.**

La destructividad de un sismo se determina fundamentalmente por la magnitud, naturaleza del proceso de ruptura, la distancia del epicentro a las áreas urbanas, la profundidad del foco, respuesta local del suelo, la densidad poblacional y el tipo de construcción. Para la zona suburbana en análisis la respuesta del suelo con rocas de origen ígneo disminuye el efecto destructivo de cualquier movimiento telúrico, desde este punto de vista que entre más sólido sea el suelo, menores serán los efectos sísmicos y entre mayor sea la densidad poblacional el número de víctimas se incrementa (Dir. Gral. Protección Civil 1991).

La siguiente figura muestra el mapa de la República Mexicana donde se muestra la **zonificación de acuerdo las intensidades globales de Mercalli. El Proyecto se ubica en una zona** delimitada para intensidades en la escala V la cual es descrita de la siguiente forma:

Figura 11. Regiones sísmicas de México, con la ubicación de la T.A.R. B.C.E.T.



Fuente: Servicio Geológico Mexicano.

La siguiente figura muestra el mapa de la República Mexicana donde se muestra la **zonificación de acuerdo las intensidades globales de Mercalli. El Proyecto se ubica en una zona** sitúa en una región con categoría D la cual es descrita de la siguiente forma:

**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.

En las zonas con esta categoría han ocurrido con frecuencia grandes temblores (sismos mayores a 7) y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al 70% de gravedad (Cenapred, 2001a) por ello se consideran zonas de muy alto peligro sísmico. La alta actividad sísmica en Mexicali, se debe principalmente a las fallas activas localizadas en la región, generadas por el desplazamiento de la placa tectónica del Pacífico con respecto a la de Norteamérica. Al respecto, Glowacka, González y Fabriol (1999), señalan que en la Zona Sísmica de Mexicali (ZSM), localizada entre las dos principales fallas transformes Cerro Prieto e Imperial, se producen enjambres de sismos de baja intensidad, mientras que los sismos de gran intensidad (de magnitud  $M \geq 6$ ), se producen a lo largo de las trazas de estas dos fallas (Rodríguez, 2002).

## **b) RIESGOS Y VULNERABILIDAD HIDROMETEOROLÓGICA.**

### Sequia

Una sequía se caracteriza por un prolongado período de tiempo anormalmente seco. Se presume que en la actualidad hay mayores sequías que antaño, muestra de los efectos del cambio climático.

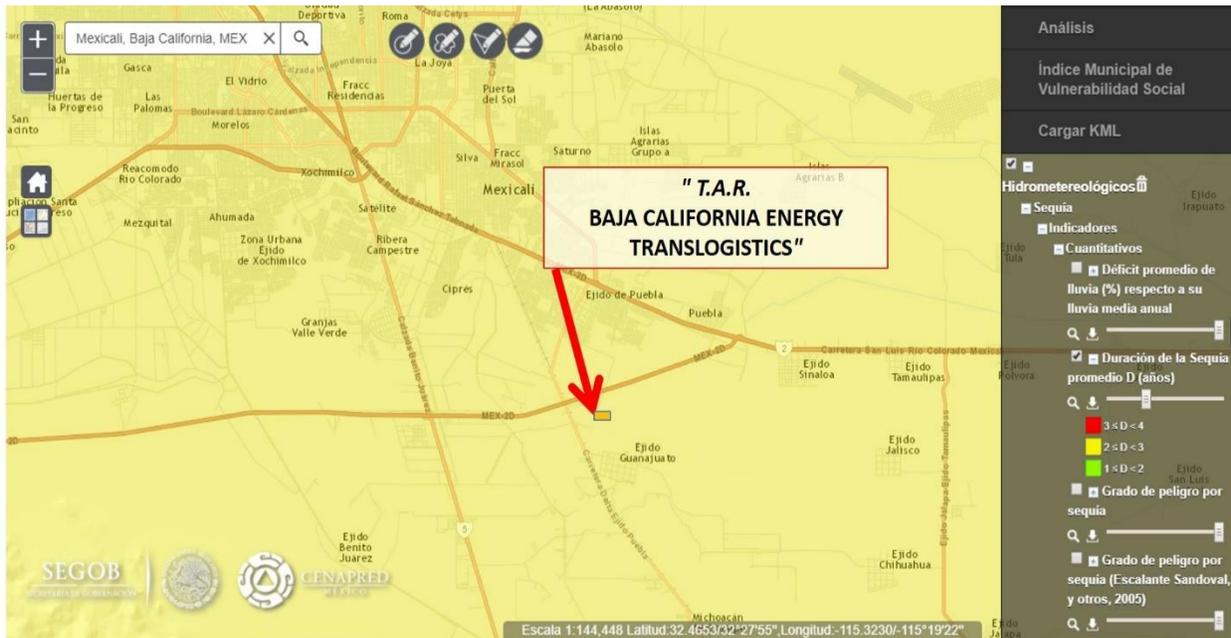
Este problema, traducido en desastre natural, implica un desequilibrio hidrológico y los suministros de agua presentan niveles inferiores a los normales. Su impacto puede ser aún más fuerte que el de las tormentas, puesto que son más difíciles de definir y de prever. Además, la tarea de evaluar su gravedad en términos objetivos suele ser complicada ya que se desarrollan gradualmente y de formas distintas en cada región.

Las sequías son producidas principalmente por la escasez crónica de lluvias en una región, lo que conduce a un desequilibrio hidrológico. Para entender esto mejor: el hundimiento del aire lo conduce a las zonas de alta presión, por lo que la humedad disminuye, se forman menos nubes y por ende, disminuyen las precipitaciones.

La gravedad de una sequía está relacionada con su duración, la ubicación y el tamaño de la zona perturbada y el grado de deficiencia de humedad. Si la población en una región aumenta, el suministro de agua puede ser problemático y aumentan las probabilidades de sequías.

Para la zona de estudio de la consulta al Atlas Nacional de Riesgos se tienen, ver figuras siguientes:

**Figura 12. Riesgo y vulnerabilidad por Sequía.**



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen. **DURACIÓN DE SEQUIAS PROMEDIO DE AÑOS:  $2 < D < 3$**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED.

Figura 13. Grado de peligro por Sequía (escala de Sandoval y Otros, 2005).



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

### GRADO DE PELIGRO POR SEQUIA (ESCALANTE SANDOVAL): CRITICA

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED.

#### Ciclones tropicales.

Los ciclones tropicales son las tormentas más violentas que puede experimentar un marino; en aguas de las Antillas se denominan huracanes; al este de la India y en aguas del Japón se conocen con el nombre de tifones, en el Océano Índico (bahía de Bengala), ciclones; cerca de las costas australianas willy-willies y por las de Filipinas, baguios, Técnicamente son todos ciclones tropicales..."; en América es normal referirse a ellos, con los nombres de huracanes (que es la etapa más intensa de un ciclón) o ciclones tropicales.

La palabra huracán se deriva de Huraken, dios de las tormentas, adorado por los indios ribereños del mar Caribe y aplicado a los vientos tropicales de violencia catastrófica. Esta palabra fue adoptada por los españoles y portugueses, los anglosajones la interpretaron como "hurricane" y los franceses como "orugan".

**Figura 14. Riesgo por sequía.**

UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.



**HIDROMETEREOLÓGICOS SEQUIA: BAJO**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED.

Para la zona de estudio de la consulta al Atlas Nacional de Riesgos se tienen ver figura siguiente:

**Figura 15. Riesgo y vulnerabilidad por CICLONES TROPICALES.**



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**GRADO DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES HASTA EL 2015: BAJO**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED.

Inundaciones.

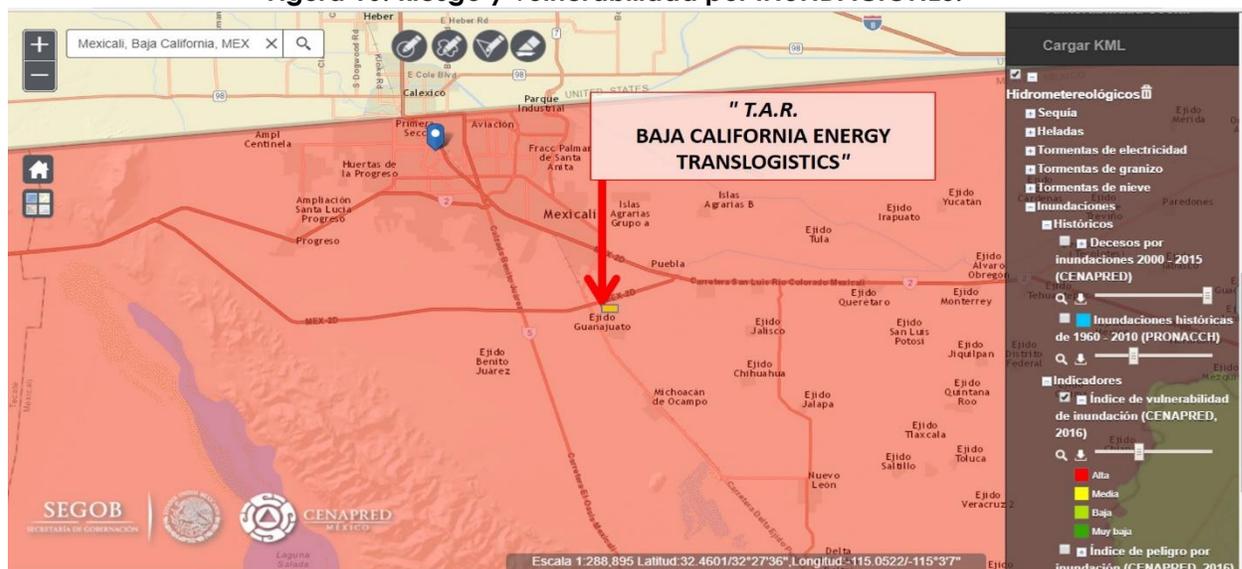
De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: "aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso, "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Por otra parte, avenida se define como: "Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad" (OMM/UNESCO, 1974). Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

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

Para la zona de estudio de la consulta al Atlas Nacional de Riesgos se tienen, ver figura siguiente:

**Figura 16. Riesgo y vulnerabilidad por INUNDACIONES.**



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**INDICE DE VULNERABILIDAD POR INDUNDACIONES 2016: ALTA**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED.

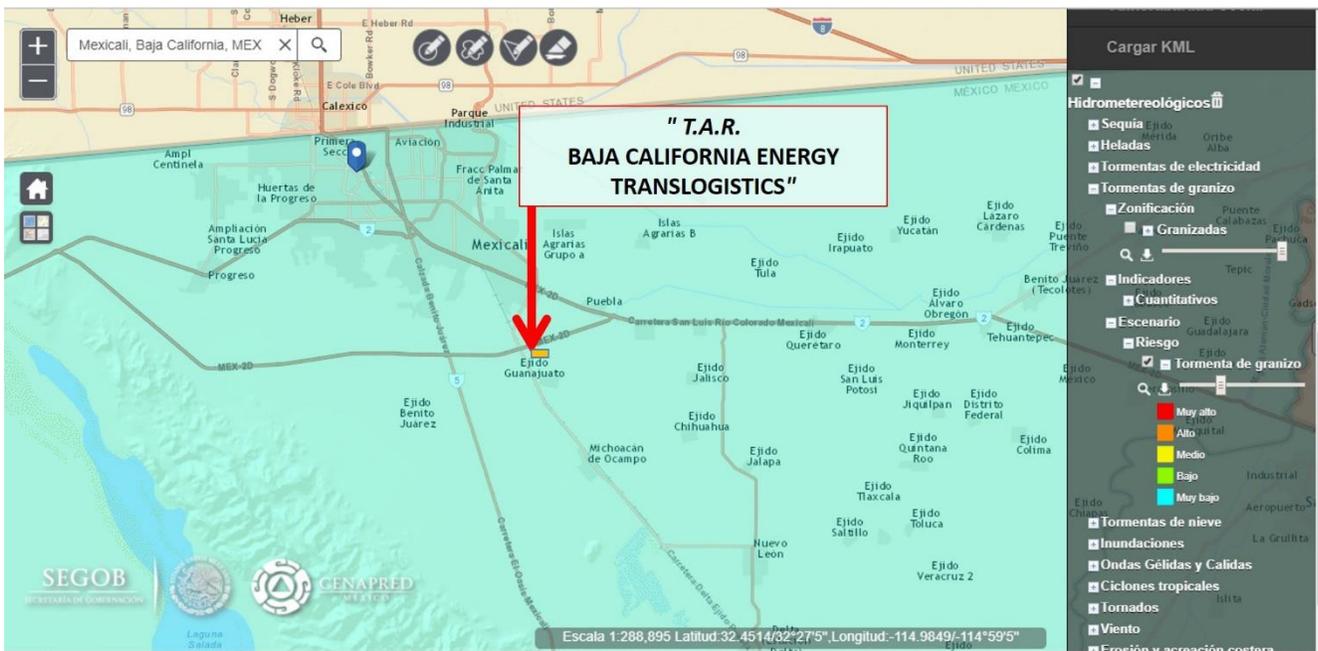
Tormentas de granizo.

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbos son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas. Las zonas más afectadas de México por tormentas de granizo son el altiplano de México y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora.

Para la zona de estudio de la consulta al Atlas Nacional de Riesgos se tienen, ver figura siguiente:

**Figura 17. Riesgo y vulnerabilidad por TORMENTAS DE GRANIZO.**

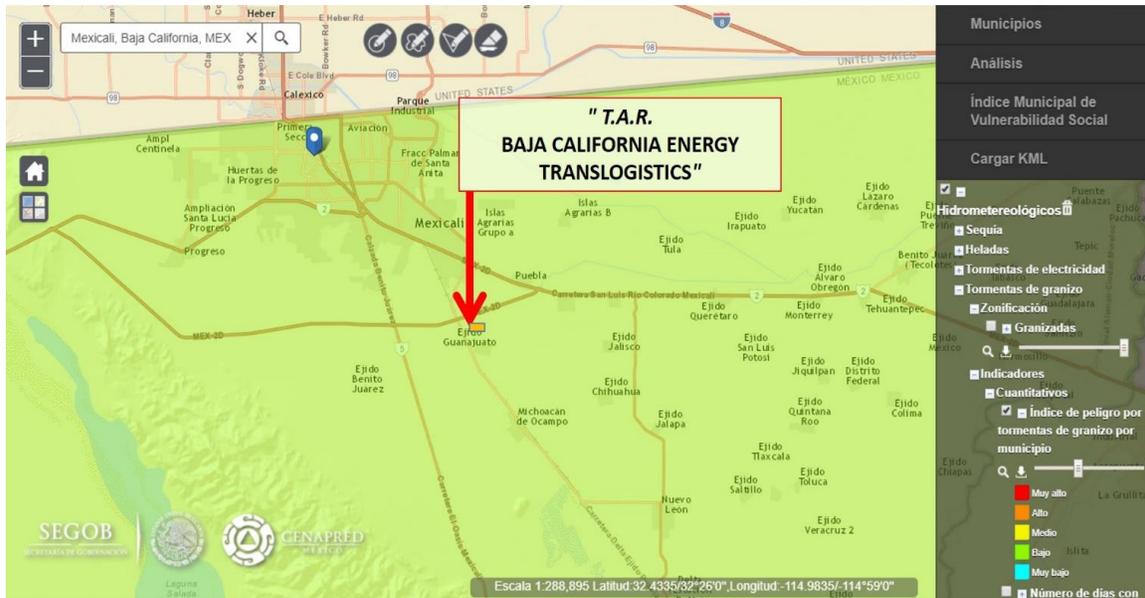


UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**TORMENTA DE GRANIZO: MUY BAJO**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Figura 18. Índice de peligro por Tormenta de Granizo.



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**INDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS DE GRANIZO POR MUNICIPIO: BAJO**

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

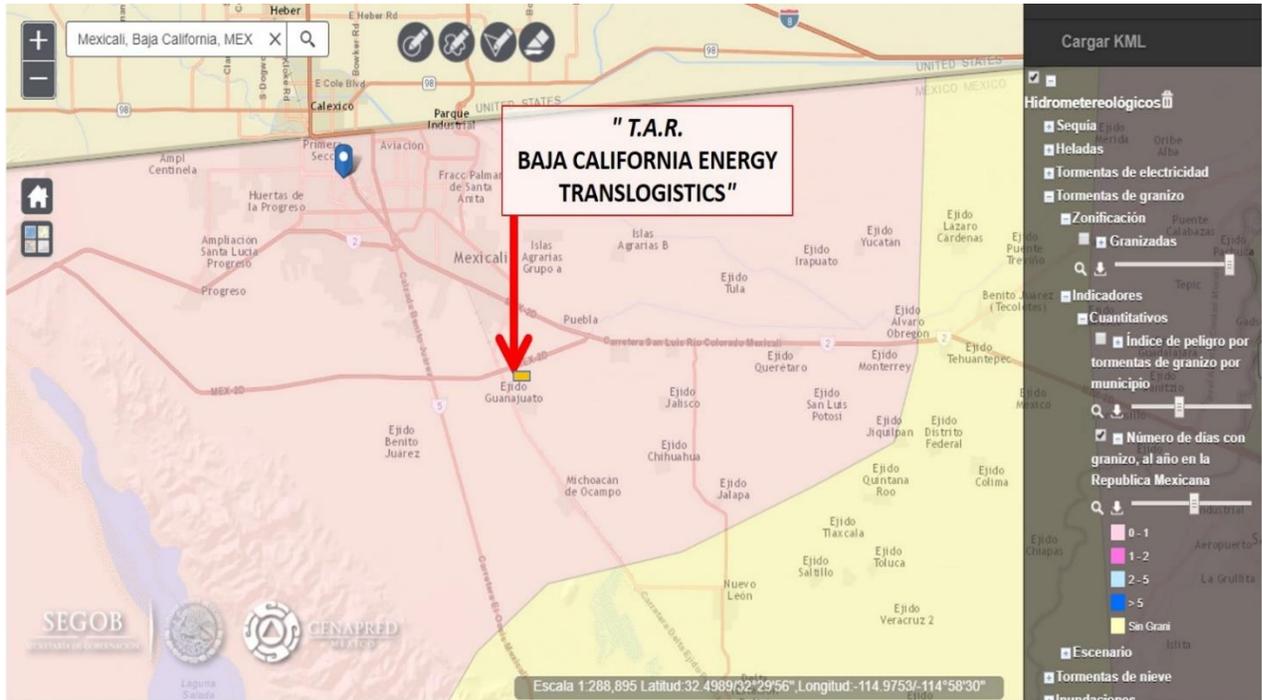
Figura 19. Tormentas de Granizo (sin Granizadas en la zona de estudio).



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen. **SIN GRANIZADAS**

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Figura 20. \*Número de Días con Granizo al Año (0- 1 en la zona de estudio).



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

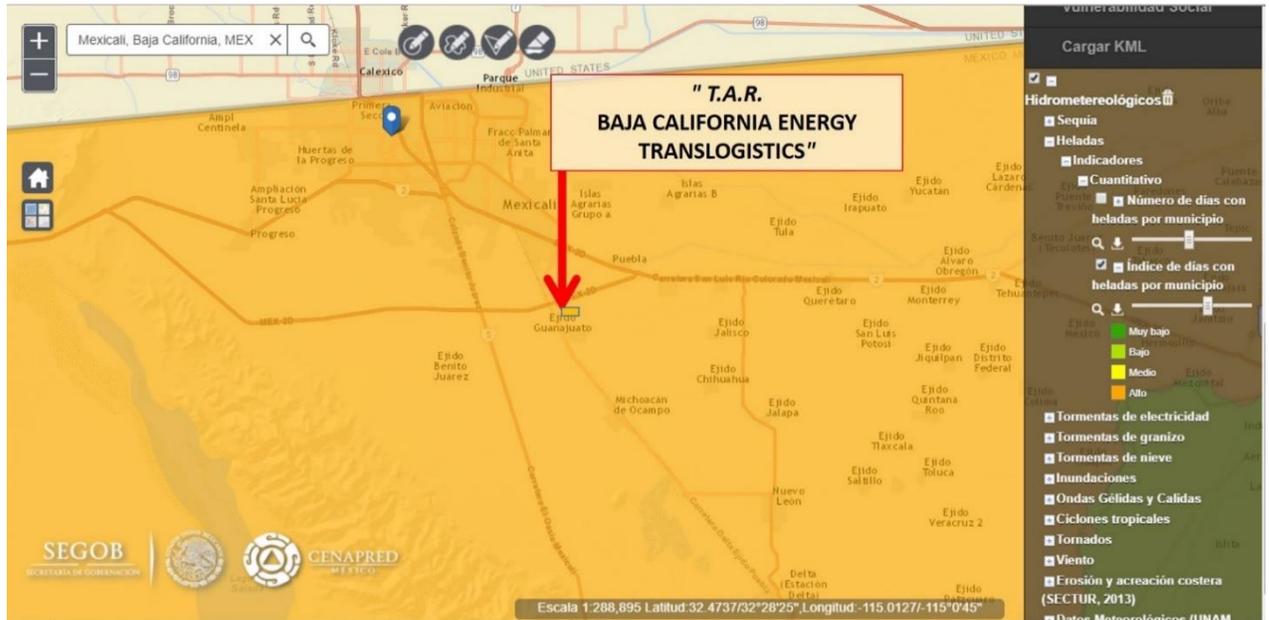
**NÚMEROS DE DIAS CON GRANIZO, AL AÑO DE LA REPUBLICA: 1-2**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Heladas y nevadas.

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas. Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2 °C o aún más. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola. Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío.

En el norte y centro de la República Mexicana, durante los meses fríos del año (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continental, generalmente seco, proveniente de Estados Unidos.



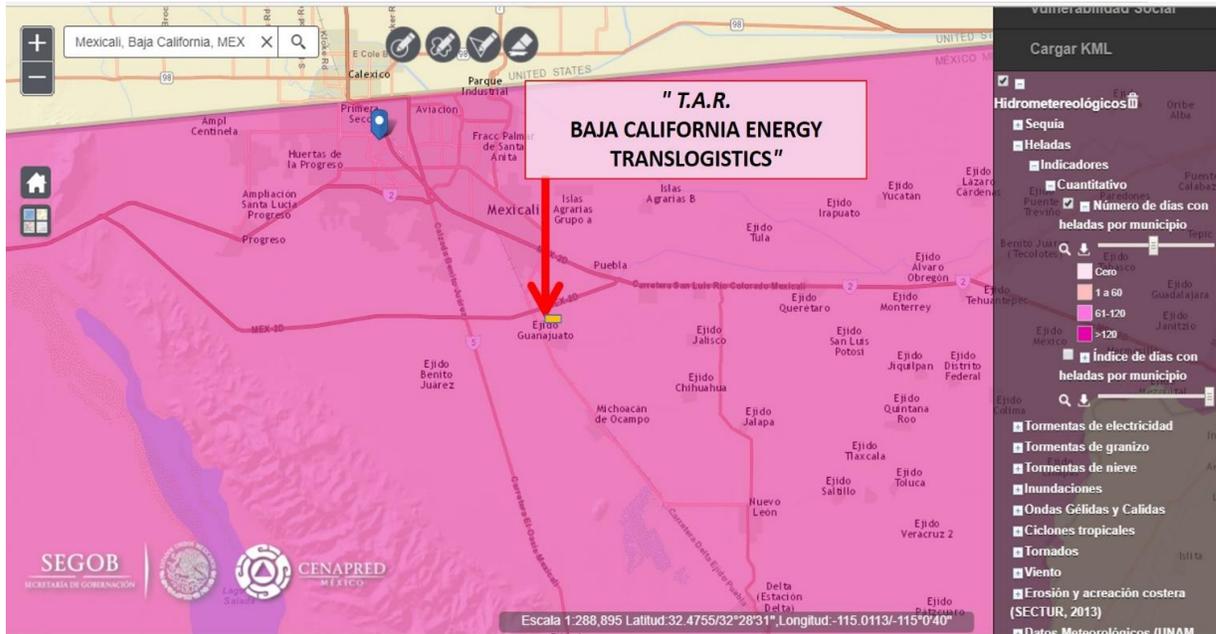
**Figura 21. Índice de Días con Heladas por Municipio.**

UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**INDICE DE DÍAS CON HELADAS POR MUNICIPIO**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

**Figura 22. Número de días con Heladas por Municipio.**



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**NÚMERO DE DIAS CON HELADAS POR MUNICIPIO > 120**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

### **c) RIESGOS Y VULNERABILIDAD SANITARIO - ECOLÓGICOS.**

#### Erosión.

La erosión se define como la remoción de partículas de suelo debido a la acción de fenómenos climatológicos, como son la lluvia, el viento y el oleaje. La magnitud del material removido depende del grado de intemperismo del suelo.

En la zona de estudio **no se presenta riesgo por erosión**, dada la condición de estar inmersa en un **suelo urbano**, el cual con mucha anterioridad ya ha sido alterado en sus condiciones naturales.

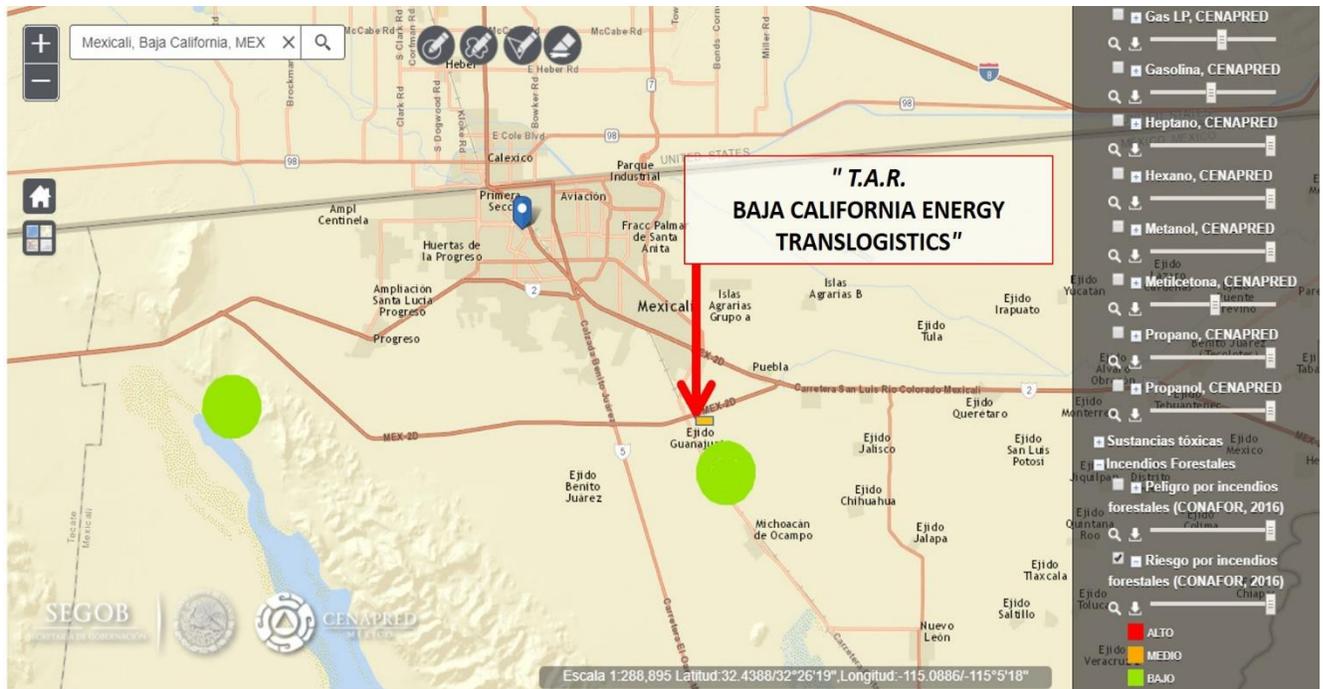
#### Contaminación de aire, agua, suelo y alimentos.

Se caracteriza por la presencia de sustancias en el medio ambiente que causan un daño a la salud y al bienestar del hombre o que ocasiona desequilibrio ecológico. Esto sucede cuando las sustancias contaminantes exceden ciertos límites considerados tolerables; se trata en general de fenómenos que evolucionan lentamente en el tiempo y su efecto nocivo se manifiesta por un deterioro progresivo de las condiciones ambientales. La contaminación puede darse en aire, agua y suelo, y en cada caso presenta características propias que requieren medidas de prevención y combates peculiares, que son prerrogativa del sector de protección al ambiente, y normalmente quedan fuera del ámbito de la protección civil.

De las consultas y visorias realizadas en campo se tiene que para la zona de estudio se tienen los siguientes reportes:

- Aire. No se reportan datos de contaminación del aire.
- Agua. No se reporta contaminación por agua.
- Suelo. No se reporta contaminación del suelo.
- Alimentos. No se reporta contaminación de alimentos.
- Residuos peligrosos. no se reporta residuos que sean peligrosos.

Figura 23. Riesgo y vulnerabilidad por peligro por incendios forestales.



UBICACIÓN DE "T.A.R. BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS" en la imagen.

### RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES: BAJO

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

### d) RIESGOS Y VULNERABILIDAD QUÍMICO – TECNOLÓGICOS.

Fugas, derrames, almacenamiento de sustancias peligrosas, incendios o explosiones.

**Fuga:** se presenta cuando hay un cambio de presión debido a rupturas en el recipiente que contenga el material o en la tubería que lo conduzca.

**Derrame:** es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que la contenga, como tanques, tuberías, equipos, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc.

El **almacenamiento** consiste en el conjunto de recintos y recipientes usados para contener productos químicos, incluyendo los recipientes propiamente dichos, los diques de contención, las calles

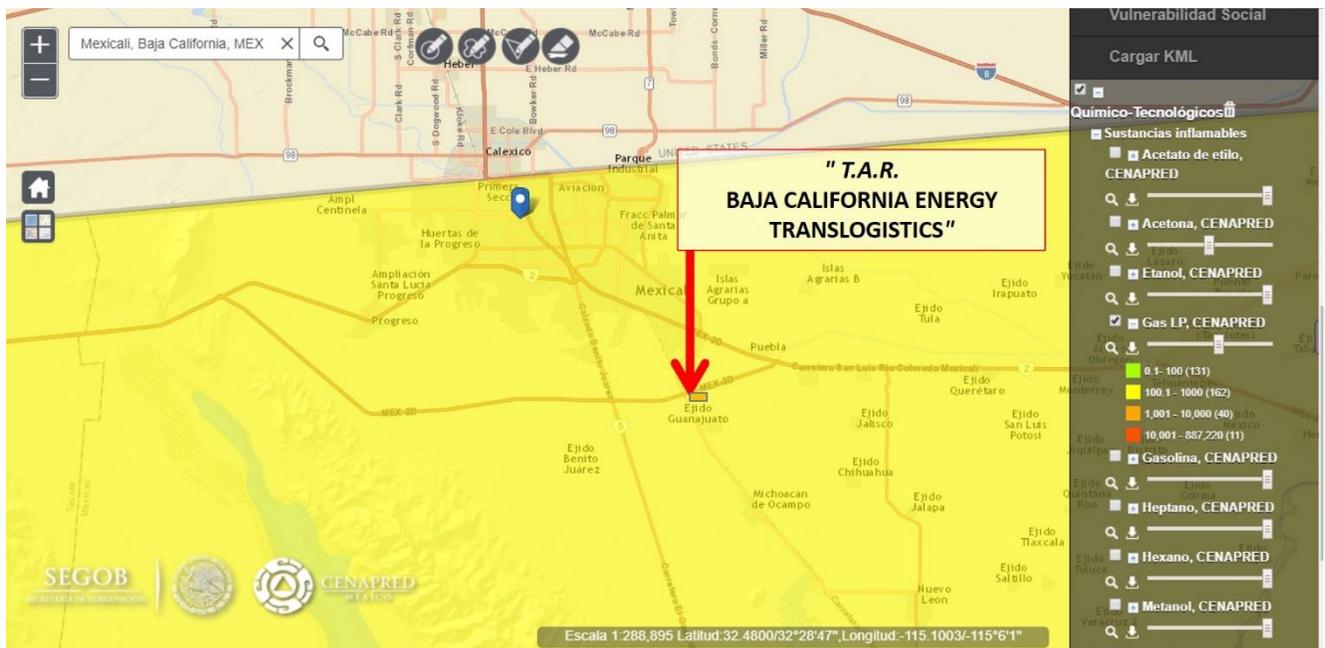
o pasillos intermedios de circulación y separación, las tuberías de conexión, y las zonas e instalaciones de carga, descarga y trasiego anexas, así como otras instalaciones para el almacenamiento.

**Incendio:** es un fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita o gradual, en general produce daños materiales, lesiones, pérdida de vidas humanas y/o deterioro al ambiente.

**Explosión:** es la liberación de una cantidad considerable de energía en un lapso de tiempo muy corto, debido a un impacto fuerte, por reacción química o por ignición de ciertas sustancias o materiales.

Para la zona de estudio de la consulta al Atlas Nacional de Riesgos se tienen, ver figura siguiente:

**Figura 24. Riesgo y vulnerabilidad por QUÍMICO-TECNOLÓGICOS.**

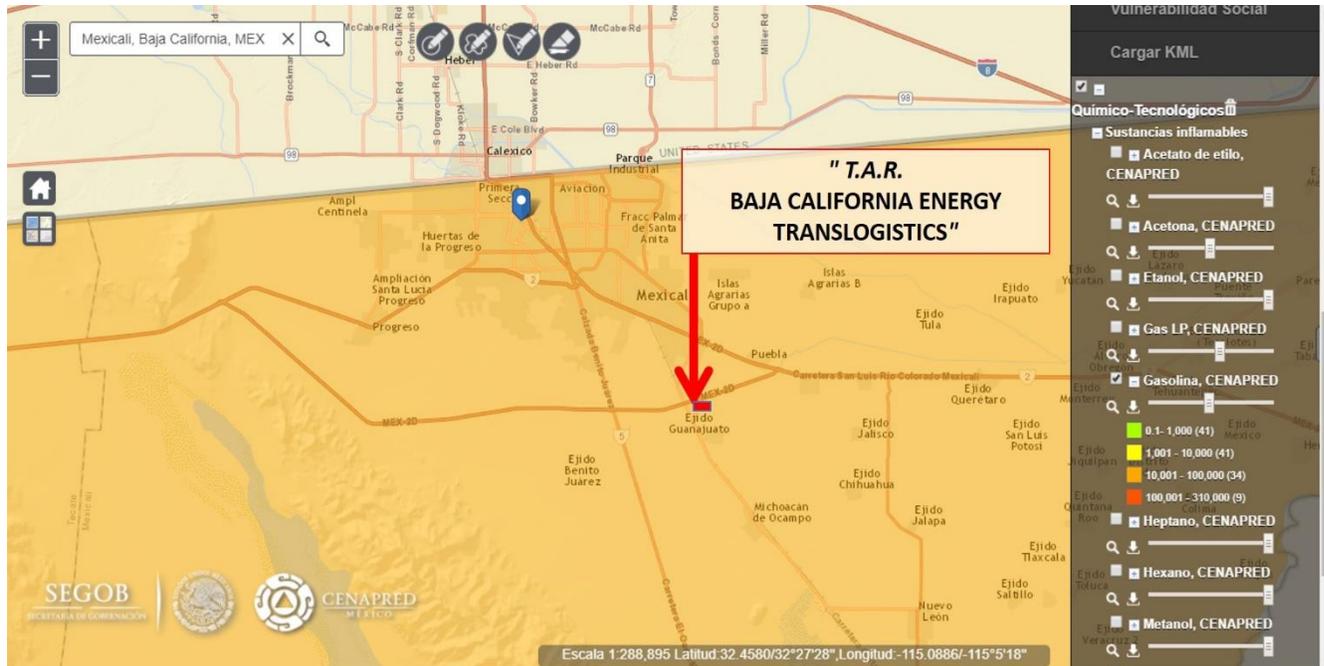


UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**GAS LP: 100.1-10,100(162)**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Figura 25. Riesgo Químico – Tecnológicos: Gasolina: 10,001-100,000 (34).



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**GASOLINA: 10,001-100,000(34)**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

e) RIESGOS SOCIO-ORGANIZATIVO.

Calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población y/o el mal funcionamiento de algún sistema de subsistencia, lo cual afecta los servicios básicos.

Para la zona de estudio de la consulta al Atlas Nacional de Riesgos se tienen, ver figura siguiente:

Accidentes terrestres y aéreos.

El predio en cuestión para el desarrollo y operación de la "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" se encuentra ubicado en la zona Industrial de la capital de Baja California Sur respectivamente el proyecto se ubica en un parque industrial no afectando las vialidades internas.

**d) RIESGOS Y VULNERABILIDAD QUÍMICO – TECNOLÓGICOS.**

Fugas, derrames, almacenamiento de sustancias peligrosas, incendios o explosiones.

**Fuga:** se presenta cuando hay un cambio de presión debido a rupturas en el recipiente que contenga el material o en la tubería que lo conduzca.

**Figura 26. Sustancias inflamables Metilcetona de 01-100 (14) riesgo bajo.**

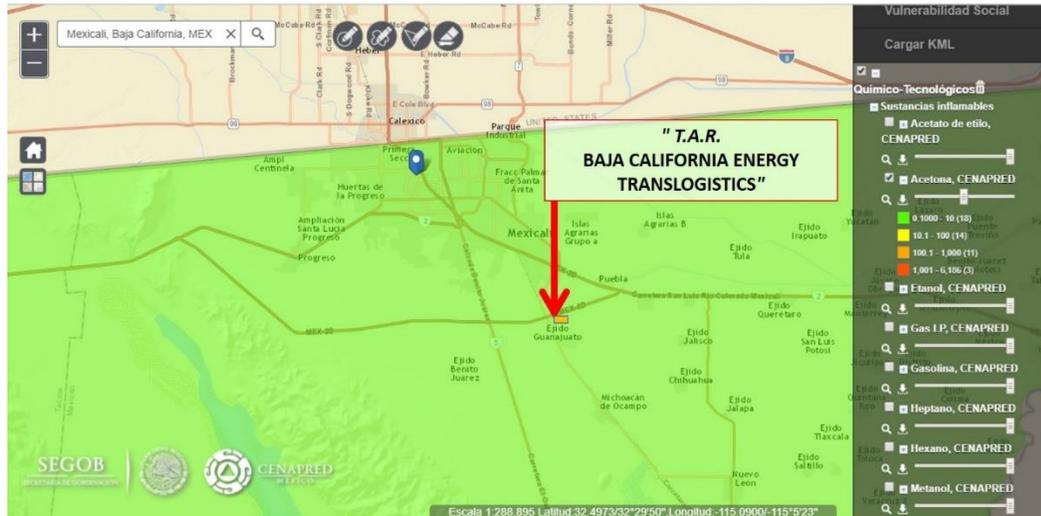


UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

**METILCETONA 0.1-100(14)**

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

Figura 27. Sustancias inflamables acetona de 0.1000-10 (18) riesgo bajo.



UBICACIÓN DE "T.A.R. Baja California Energy Translogistics" en la imagen.

### SUSTANCIAS INFLAMABLES ACETONA: 0.1000-10(18)

**Fuente:** Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED

**Derrame:** es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que la contenga, como tanques, tuberías, equipos, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc.

El **almacenamiento** consiste en el conjunto de recintos y recipientes usados para contener productos químicos, incluyendo los recipientes propiamente dichos, los diques de contención, las calles o pasillos intermedios de circulación y separación, las tuberías de conexión, y las zonas e instalaciones de carga, descarga y trasiego anexas, así como otras instalaciones para el almacenamiento.

**Incendio:** es un fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita o gradual, en general produce daños materiales, lesiones, pérdida de vidas humanas y/o deterioro al ambiente.

**Explosión:** es la liberación de una cantidad considerable de energía en un lapso de tiempo muy corto, debido a un impacto fuerte, por reacción química o por ignición de ciertas sustancias o materiales

### Interrupción de servicios.

En la zona de estudio no se ha observado cortes de los servicios públicos de manera frecuente o prolongada. Se deduce que al estar en una zona completamente urbana no se carece de servicios únicamente cuando se pudiera dar mantenimiento a los mismos.

### Actos de sabotaje y terrorismo.

En la zona de estudio no se ha observado ni se considera susceptible a actos de sabotaje o terrorismo. Concentraciones masivas de población y enfrentamientos.

Las posibles concentraciones de multitudes que se pudieran generar dentro de la zona de estudio y/o relativamente cercanas a ella pudieran darse dentro de los mismos fraccionamientos, privadas, escuelas, bares, restaurantes, entre otros. f) RIESGOS Y VULNERABILIDAD DETECTADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Los incisos mencionados anteriormente tanto en riesgo geológico, hidrometeorológicos, sanitario-ecológicos, químico-tecnológico, socio organizativos aplican al predio en donde está ubicado el proyecto.

Por lo que se presenta a manera de resumen lo mencionado anteriormente:

a) RIESGOS GEOLÓGICOS.

Riesgo por susceptibilidad de laderas: Muy Bajo.

b) RIESGOS Y VULNERABILIDAD HIDROMETEOROLÓGICA.

Sequía:

- Duración de la sequía promedio D (años): **2 < D < 3**
- Grado de peligro por sequía (Escalante Sandoval, y otros, 2005): **Crítica**
- Escenario de riesgo por sequía: **Bajo**.

Ciclones tropicales:

- El grado de peligro por presencia de ciclones tropicales: **Bajo**.
- El grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales: **Muy Bajo**.

Inundaciones.

- Índice de vulnerabilidad de inundación (2016): **Alta**.
- Índice de peligro por inundación, 2015: **Medio**.

Tormentas de granizo.

- Zonificación de granizadas: **Intensidad Alta**.
- Índice de peligro por tormentas de granizo por municipio: **Sin Granizadas**.

- Número de días con granizo, al en la República Mexicana: **1-2**
- Escenario de Riesgos por Tormenta de Granizo: **Muy Bajo.**

Heladas.

- Número de días con heladas por municipio: **>120.**
- Índice de días con heladas por municipio: **Alto.**
- Tormentas de nieve, escenarios de riesgo: **Alto.**

c) RIESGOS Y VULNERABILIDAD SANITARIOS – ECOLÓGICOS.

- Aire. No se reportan datos de contaminación del aire.
- Agua. No se reporta contaminación por agua.
- Suelo. No se reporta contaminación del suelo.
- Alimentos. No se reporta contaminación de alimentos.
- Residuos peligrosos. no se reporta residuos que sean peligrosos.

d) RIESGOS Y VULNERABILIDAD QUÍMICO – TECNOLÓGICOS.

- Sustancias inflamables **Gas LP, CENAPRED: 100.1 - 10000 (162).**
- Sustancias inflamables **Acetona: 0.1000-10(18)**
- Sustancias inflamables **Metilcetona 0.1-100(14)**
- Sustancias inflamables Gasolina, CENAPRED: **10,001 - 100,000 (34)**

e) RIESGOS SOCIO – ORGANIZATIVOS

- Índice de marginación (CONEVAL, 2010) a nivel municipal **MUY BAJO.**
- Grado de vulnerabilidad social (Indicadores Socioeconómicos) **MUY BAJO.**

### Riesgo sociorganizativos.

Son los ocasionados por concentraciones masivas de población y enfrentamientos o calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población y/o el mal funcionamiento de algún sistema de subsistencia, lo cual afecta los servicios básicos. No se tienen centros de concentración masiva dentro del área de estudio del proyecto únicamente se tienen las **fraccionamientos, privadas, escuelas, bares, restaurantes, iglesias, entre otros** encontrados en la zona de estudio y zonas aledañas al proyecto.

### Riesgos de transporte vial.

Son los ocasionados sobre las vialidades cuando no se toman las medidas preventivas para ese. La colindancia inmediata norte al proyecto el **Libramiento Mexicali** en algún momento podría ocasionar algún riesgo vial, sin embargo en el tramo correspondiente a la T.A.R. B.C.E.T. se tendrá el **proyecto de acceso y salida** el cual deberá sujetarse a la normativa aplicable y a lo requerido por el municipio.

### **Riesgo Industrial**

Es el que podría originarse en los **talleres, deshuesaderos, almacenes** de la zona en las maniobras de los elementos que se pueden generar dentro del comercio.

### **Riesgo Químico**

Las líneas de alta tensión, poliductos, subestaciones eléctricas, flujos, plantas de almacenamiento y distribución de PEMEX, y estacionamientos nocturnos, así como fosas, basureros o tiraderos, hospitales y centros de salud; **NO SE ENCONTRARON EN EL ÁREA DE ESTUDIO elementos de esta que pudieran poner en riesgo y hacer vulnerable la instalación del proyecto.**

Dentro del área de estudio se encontraron **INSTALACIONES AJENAS A LA T.A.R. PROYECTADA CON POSIBLES INTERACCIONES DE RIESGO** las cuales se mencionan a continuación:

**Estación de GAS L.P. (No.3)** ubicada al suroriente a 585 metros aproximadamente del centro geométrico de las zonas, ubicado en el centro de la zona de almacenamiento de producto de la T.A.R. B.C.E.T.

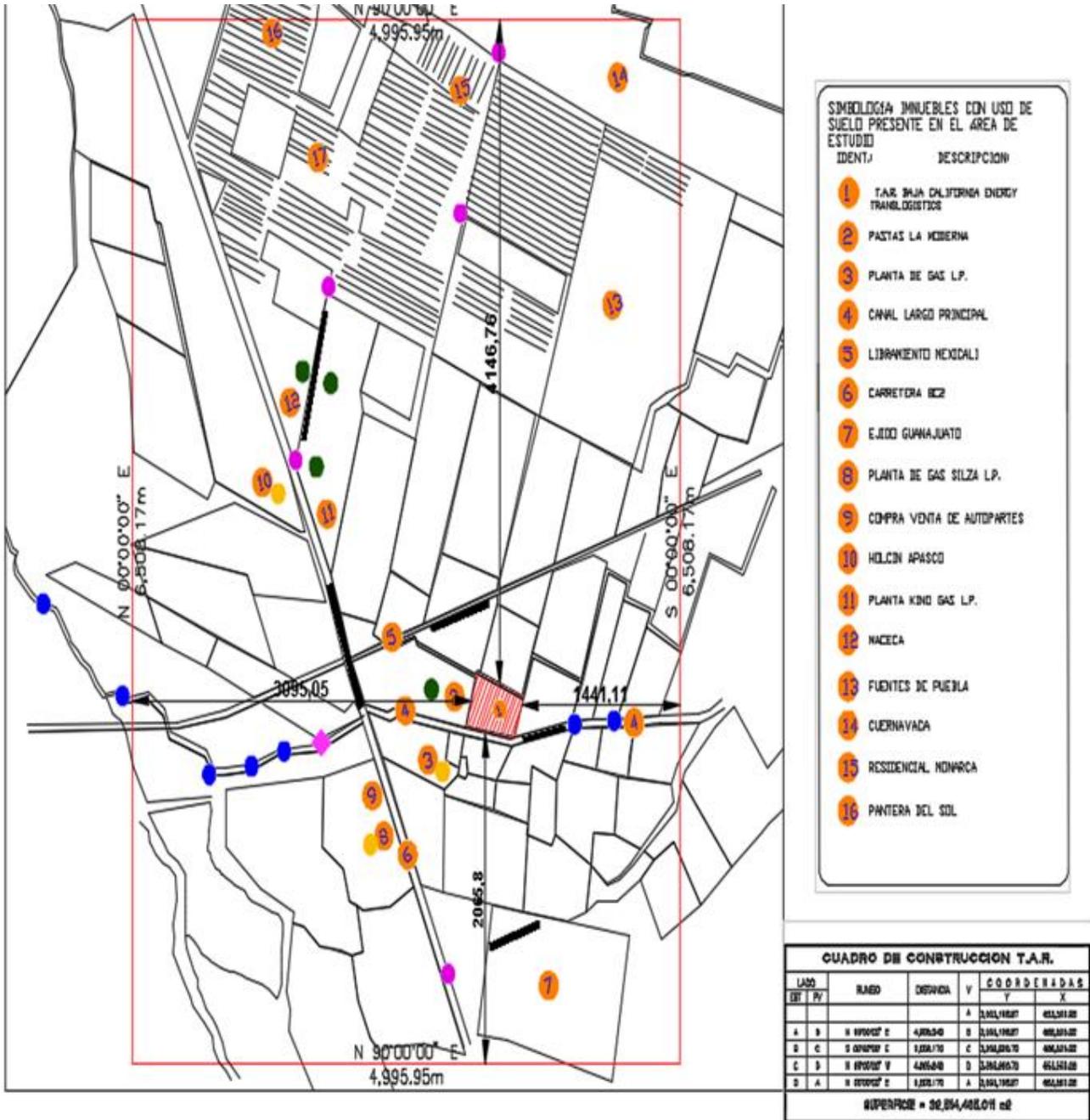
**Estación de GAS L.P. (SILZA)** ubicada al suroriente a 1117 metros aproximadamente del centro geométrico de las zonas, ubicado en el centro de la zona de almacenamiento de producto de la T.A.R. B.C.E.T.

A estas instalaciones se les aplicara el **modelo matemático** para determinar los **niveles de radiación por incendio** mediante el programa de cómputo **SCRI FUEGO VERSIÓN 1.4** para la **DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO, AMORTIGUAMIENTO Y SEGURIDAD** de cada una de ellas. (**VER ANEXO** en el estudio de riesgo correspondiente).

Ver plano anexo AR-3: RIESGO Y VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

A continuación, se muestra una imagen de lo anterior mencionado:

Figura 28. Representación riesgos y vulnerabilidad en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con plano de la Planta general de la T.A.R. B.C.E.T.

### III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

#### III.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

##### Medidas preventivas para la reducción de riesgos.

La T.A.R. B.C.E.T. proyectada como **medida de seguridad y protección** contará como se ha mencionado anteriormente con una **barda perimetral** en todas sus **colindancias**, con una **altura mínima de 4 m** construida a base de concreto armado o material similar con resistencia al fuego. Esta barda absorbería en su totalidad el calor (radiación térmica) que se generaría un incendio como los simulados. **Los muros de block o concreto primeramente son materiales incombustibles** y tienen la **capacidad de resistir al fuego sin sufrir deformaciones** (variaciones en su resistencia mecánica) temperaturas de **hasta 100 °C por un periodo de tiempo de 120 minutos.**; por lo que con estas condiciones hace al elemento muro como una **medida de protección contra el fuego altamente eficiente**, protegiendo tanto elementos físicos como personas que pudieran ubicarse en las edificaciones colindantes. Lo anterior aún sin considerar las construcciones vecinas al contar igualmente con muros en sus colindancias, que de igual manera actuarían como elementos protectores. Ver en ANEXO PLANOS; ZR-2b, ZR-2b1, ZR-2b2, ZR-2b3, ZR-2b4, ZR-2b5, ZR-b3 y ZR-b4; *Efecto de abatimiento de riesgo por muro perimetral de protección.*

Una medida de protección y prevención que aplica para la seguridad interna y externa de la T.A.R. B.C.E.T. es la contemplada para el caso de la ocurrencia de algún derrame, es la implementación **de coladeras y drenaje para aguas aceitosas** en las zonas de almacenamiento, llenado y despacho, con las cuales se lograría captar parte o todo el derrame que pudiera ocurrir, evitar su vaporización (formación de nube explosiva) y posible incendio. **Se recomienda** colocar en el **emisor de las aguas aceitosas antes de la conexión al drenaje general una válvula de seguridad** que bloquee el paso de combustible en caso de derrame hacia la red externa en la vía pública y así **evitar la contaminación y riesgo en el drenaje municipal** donde se descargará finalmente.

Si ocurre un accidente se recomienda implementar el plan de contingencias y si se observa fuera de control inmediatamente dar aviso a las autoridades de protección civil y seguridad pública que pudieran prestar auxilio.

Todas las áreas peligrosas, en el sistema eléctrico cuentan con dispositivos y canalizaciones a prueba de explosión así como la colocación de sellos que impiden el flujo de vapores peligrosos en los ductos, esto con el propósito de evitar incendios por chispa o llama.

Cuando en la T.A.R. B.C.E.T. se presente un derrame de producto, se deberán tomar las siguientes acciones encaminadas a controlar esta situación y prevenir un daño mayor:

- ✓ Suspender el suministro de combustible al equipo que esté originando el derrame.
- ✓ Eliminar todas las fuentes de ignición o que produzcan chispa que estén cerca al área de derrame.
- ✓ Eliminar el combustible derramado, lavando el área con abundante agua para recolectar el producto en las trampas de combustibles.
- ✓ Cuando las características del derrame rebasen la capacidad de control por parte de los trabajadores de la T.A.R. B.C.E.T., se dará aviso a las autoridades de protección civil y seguridad pública que pudieran prestar auxilio.

El drenaje es una consideración importante en la prevención de fuegos en derrames, si el material es drenado a una localización segura, un fuego en derrame no es posible. Ver NFPA 30 (NFPA 1987) para mayor información.

Acciones importantes para la atención del sistema de drenaje en caso de fuga:

- 1) El líquido debe ser drenado a un área segura.
- 2) El líquido debe ser cubierto para prevenir la vaporización.
- 3) El área de drenaje debe estar suficientemente lejos de fuentes de fuego de radiación térmica.
- 4) Se debe suministrar protección adecuada contra fuego.
- 5) Se debe considerar la contención y drenaje del agua contra el fuego.
- 6) Se debe proporcionar detección de fugas.

#### **Zonas de aislamiento y seguridad.**

De las zonas de riesgo determinadas y con base en la *Guía de Respuesta en caso de Emergencia 2004*, editada por la S.C.T. la cual es una guía para los que responden primero en la fase inicial de un incidente ocasionado por materiales peligrosos, se tiene lo siguiente:

A la gasolina le corresponde el **número de identificación** de la **ONU: 1203**, y el número de guía **128**, donde se establece lo siguiente:

Los fuegos en derrames tienden a ser bien localizados y la preocupación principal es definir el potencial de efectos dominó y las zonas de seguridad para los empleados, más que por riesgos a la comunidad. Los efectos primarios de tales fuegos son debido a la radiación térmica de la fuente de la flama. Los temas de espaciamiento entre tanques y entre plantas, aislantes térmicos y especificaciones de paredes contra fuego se pueden dirigir sobre la base de análisis de consecuencias específicas para un rango de escenarios posibles de fuego en derrames.

El drenaje es una consideración importante en la prevención de fuegos en derrames, si el material es drenado a una localización segura, un fuego en derrame no es posible. Ver NFPA 30 (NFPA 1987) para mayor información.

#### **Recomendaciones importantes para la minimización de riesgos.**

La T.A.R. B.C.E.T. deberá contar con **equipos, materiales y suministros preventivos para atender casos de incendio, explosión, fuga y derrame que puedan originarse en sus instalaciones o en las inmediaciones de las mismas**, debiendo contar para ello con un equipo extintor móvil tipo carretilla por cada zona de tanques de almacenamiento, con material absorbente de tipo sintético o musgo natural, así como con herramienta antichispa para la atención de derrames y fugas.

La T.A.R. B.C.E.T. proyectada una vez en operación contará con una **póliza de seguros por responsabilidad civil** que garantice la completa reparación del daño en caso de situaciones de derrame o fugas de combustibles, incendio, explosión, gastos de remediación por contaminación ambiental y daños a terceros.

El propietario, representante legal, responsable o encargado de la T.A.R. B.C.E.T., deberá realizar diariamente la **medición de porcentaje de explosividad y su relación de oxígeno** en los pozos de observación, pozos de monitoreo, trampa de grasas, áreas de despacho y tanques de almacenamiento, informando su registro en forma mensual a la Unidad Estatal, expidiendo una copia a la Unidad Municipal que corresponda.

El propietario, representante legal, responsable o encargado de la T.A.R. B.C.E.T. deberá **capacitar a su personal en todas las áreas de operación**, de conformidad con la Ley y demás disposiciones aplicables

Con la finalidad de prevenir accidentes por vapores de combustible fugado, la T.A.R. B.C.E.T. deberá contar, como mínimo, con un equipo detector de gases, con calibración vigente para la medición de los niveles de explosividad con su relación oxígeno.

Cuando en las mediciones realizadas se detecte la presencia de niveles de explosividad superiores al diez por ciento, se deberán implementar las medidas de mitigación de los niveles, informando de manera inmediata a la Unidad Estatal, y en lo subsiguiente remitirá a ésta un reporte de registro de las lecturas en forma semanal en tanto no descendan los niveles encontrados, expidiendo una copia a la Unidad Municipal que corresponda.

En caso de urgencia por riesgo inminente, se deberá notificar de manera inmediata a la Unidad Estatal de Protección Civil y al Ayuntamiento respectivo.

#### **4.8 REPORTE DEL RESULTADO DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA DE SEGURIDAD PRACTICADA A LA INSTALACIÓN.**

##### Auditorías de seguridad.

Se realizará este procedimiento para: liderazgo y administración, entrenamiento, análisis de riesgo, análisis de accidentes, criterios de emergencia y desastre; y para capacidad y evaluación del personal.

La T.A.R. B.C.E.T. está en etapa de proyecto, por lo que no se cuenta con auditorías de seguridad, una vez en operación, se practicarán las necesarias.

##### **III.1.1. Sistemas de seguridad.**

La reducción de cualquier riesgo por conflagraciones químicas es tangible implementando las medidas de seguridad y de operación necesarias para el buen funcionamiento de la T.A.R. B.C.E.T., por lo que a continuación se describen las medidas que serán implementadas:

##### SISTEMA CONTRA INCENDIO.

El sistema de almacenamiento, bombeo y distribución de agua contra incendio, se instalará de conformidad a la normatividad establecida en NFPA 20, 22, 24, 25, 30, y consta de lo siguiente:

Almacenamiento de agua contra incendio, debiendo de considerar para el diseño un tanque de almacenamiento de agua, del tipo vertical con techo tipo cúpula fija soportado, con placa de acero al carbón ASTM-A-283-C, con recubrimiento anticorrosivo en el interior y exterior del tanque,

registro de purga tipo API, boquilla de 24" de diámetro para entrada hombre en el techo, (se deberá realizar el análisis correspondiente para determinar el gasto y capacidad de agua en el riesgo mayor de acuerdo a norma) El tanque de agua contra incendio será abastecido a través de bombeo de pozo profundo o red municipal, y deberá prever tomas al exterior de la terminal para el abastecimiento por camiones cisterna (ver en anexo de planos de Proyecto: Plano de Red contra incendio, Plano de Cobertizo de bombas contra incendio (Secciones e isométrico de sistema de presión balanceada), Plano de red contra incendio y arreglo de equipos (bombas), Plano de Red contra incendio (área de carga y descarga; aspersores de agua y espuma) así como el Diagrama de Red contra incendio).

Deberá contar con una red de agua contra incendios cumpliendo con la normatividad vigente indicada en NFPA 30 y 30A, con hidrantes, monitores y tomas de camión, mangueras, y recirculación de agua, sistema de bombeo principal.

Se construirá un cobertizo contra incendio, el cual se debe diseñar en dos niveles:

Planta Baja: Considerar un espacio para 06 personas, oficina para el ingeniero de seguridad y auxiliar, con piso falso y falso plafón, puertas y marcos de aluminio cuarto eléctrico, un sanitario para hombres y un sanitario para mujeres, y un área para el equipo de protección personal de los bomberos de la T.A.R. B.C.E.T.

Planta Alta: Considerar Cuarto de cómputo para un sistema de gas y fuego, cuarto para operador de sistema automático contra incendio que deberá construirse en el segundo nivel.

Asimismo, el área de la planta baja se utilizara para la ubicación de dos equipos de bombeo principales, paquete de presión balanceada, bomba jockey compresores para equipos de tapón fusible, Bodega cerrada con estantería para los accesorios contra incendio (mangueras, boquillas, extintores, trajes contra incendio, equipo de respiración autónomo) y una bodega abierta para albergar garza telescópica y monitor móvil, previendo espacio suficiente para guarda y estiba de tambores de líquido AR-AFFF.

Para el interior de este edificio se debe incluir la instalación de detectores de humo, alarmas audibles visibles interiores, estaciones manuales de alarma interiores.

El sistema de bombeo de agua contra incendio deberá contar con dos bombas (Una principal y otra de relevo) una operada con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna con capacidad de acuerdo al cálculo hidráulico 11,355 lpm (3,000 gpm), contando con su tablero de control, con sistema automático en el arranque. Este conjunto deberá cumplir con la normatividad vigente indicada en la NFPA 20, 22 y 24, Bomba "jockey" para mantener la presión en la red de contra

incendio. Las conexiones ramal-cabezal de succión y descarga de los equipos de bombeo deberán ser con accesorios a 45°, con el fin de evitar taponamientos hidráulicos.

Las bombas de agua contra incendio, incluida la bomba de mantenimiento de presión "jockey", deben contar cada una con un controlador para el arranque automático, listado y aprobado por UL/FM o equivalente, específicamente para servicio de bombas contra incendio impulsadas por motor eléctrico o de combustión interna, según sea el caso y cumplir con los capítulos 10 y 12 del NFPA-20 o equivalente en su última edición.

Cada bomba de contra incendio, incluyendo la bomba de mantenimiento de presión "jockey", debe contar con una toma de presión para el arranque automático, conectada al controlador en forma independiente; cuya conexión debe estar entre la válvula de retención (check) y la válvula de bloqueo, sin válvulas de bloqueo y con dos válvulas de retención separadas a una distancia no menor de 1,5 m (5 pie) y cumplir con los capítulos 10 y 12 del NFPA-20 o equivalente.

Deberá contar con un paquete de presión balanceada que cuente con su tanque de almacenamiento con material resistente al líquido espumante tipo AFFF con capacidad suficiente para 6 horas de operación continua para el riesgo mayor (se deberá incluir inyección superficial e inyección subsuperficial a los tanques de almacenamiento), se deberá aplicar un recubrimiento externo e interno adecuado para evitar la corrosión en el mismo.

Contará con sistema de aspersión de agua en área de llenaderas de auto tanques, descargaderas de carro tanques, descargaderas de auto tanques, área de bombas y tanques de almacenamiento. Se proveerán extintores de la dimensión y tipo apropiados según el análisis de riesgo para la carga de auto tanques y las áreas de descarga de carro tanques cumpliendo con lo establecido en la NOM-002-STPS vigente o la que la sustituya además de aquellas que resulten aplicables.

Deberá contar con un sistema de protección a base de agente limpio en cuarto de telecomunicaciones, SITE del edificio administrativo, así como en el cuarto de control de operaciones.

Se deberá considerar la instalación de un **Sistema de Detección de Fuego** en tanques de almacenamiento por medio de Sensores de Calor tipo Tapón Fusible, para arranque automático del Sistema Contra Incendio en los tanques de almacenamiento, considerando la instalación de un anillo de enfriamiento por la parte exterior del tanque y los tapones fusibles, así como el paquete de compresores para aire.

Tablero de detección de humo para señales de los dispositivos de detección y alarma en interior de edificios.

Estas estarán instaladas en las siguientes áreas:

- Oficinas administrativas generales
- Torre de control
- Caseta de vigilancia
- Subestación. eléctrica y CCM
- Oficina de mantenimiento
- Bodega de materiales
- Laboratorio de control de calidad
- Baños y vestidores generales
- Oficina de recibo y medición

#### **Detectores de mezclas explosivas**

Instalación de detectores de mezclas explosivas localizados estratégicamente en:

- Llenaderas de auto tanques (solo para Regular y Premium)
- Descargaderas de carro tanques, auto tanques.
- Áreas de bombas de proceso (solo para Regular y Premium)
- Área de tanques de almacenamiento de productos para Regular y Premium)
- Descarga del paquete integral de tratamiento de aguas aceitosas
- Almacén de residuos peligrosos
- Fosa API
- Caseta recibo y medición

#### **Detectores de flama:**

Deben de ser del tipo sensores UV/IR, localizados estratégicamente en:

- Llenaderas de auto tanques
- Descargaderas de carro tanques, auto tanques.
- Áreas de bombas de proceso
- Área de tanques de almacenamiento de productos
- Almacén de residuos peligrosos
- Caseta recibo y medición

La operación del SISTEMA AUTOMATICO CONTRAINCENDIO se hará en forma automática, independiente del SISTEMA DE AUTOMATIZACION Y CONTROL, a través de un controlador electrónico programable (CEP) , para abrir y cerrar válvulas de diluvio, arranque y paro de motores eléctricos, tanto de las bombas de contra incendio como las del equipo de presión balanceada. Esta Terminal deberá contar con un equipo móvil tipo servo comando si el estudio de riesgos lo justifica.

### III.1.2. Medidas Preventivas.

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y PLANES DE CONTINGENCIA.

Programa de mantenimiento.

El mantenimiento es una medida de precaución y seguridad efectiva que se aplicará en la T.A.R. B.C.E.T. proyectada, el programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollen para conservar en condiciones normales de operación equipos e instalaciones elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes.

La seguridad en la T.A.R. B.C.E.T. proyectada requerirá de la participación conjunta de todo el personal que en ella labora, clientes y visitantes que acudan, la cohesión que debe haber entre estos llevará a cabo el cumplimiento de las medidas de seguridad y un ambiente totalmente seguro.

Hay situaciones generales dentro de una T.A.R. B.C.E.T. en las cuales se debe tener especial cuidado e incluso algunas que se pueden anticipar. Las acciones que darán un ambiente seguro en esta son:

Mantenimiento preventivo: son las actividades que se desarrollan para detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación, sin interrumpir su operación.

Mantenimiento correctivo: son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación de acuerdo al programa de mantenimiento o por preparación o sustitución de los mismos por fallo repentino, en este caso se interrumpe su operación. Por seguridad y para evitar riesgos, toda preparación se deberá realizar por personal de la T.A.R. B.C.E.T. capacitado o por empresas especializadas. Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento en áreas clasificadas como peligrosas, será indispensable:

- Suspender el suministro de energía eléctrica al equipo en mantenimiento en áreas clasificadas como peligrosas.
- Delimitar el área antes de iniciar cualquier actividad.
- Eliminar cualquier punto de ignición que se encuentre dentro del área.
- Todas las condiciones o equipos eléctricos portátiles deberán ser a prueba de explosión.

- En el área de trabajo se deberán designar a dos personas capacitadas en el uso de extintores para apoyar en todo momento la seguridad de las actividades, cada una con un extintor de 9kg. De polvo químico seco tipo ABC.

Otra medida de mantenimiento importante es el colocar y vigilar el cumplimiento de la señalización de no fumar en los baños y vestidores de empleados, así como en los sanitarios para clientes y todas las áreas de la T.A.R. B.C.E.T.

El programa de mantenimiento debe aplicarse para revisar que el estado de los sistemas de la T.A.R. opere en condiciones normales.

En la T.A.R. B.C.E.T. existirán las herramientas y refacciones necesarias que garanticen la operación continua de los sistemas.

Todos los trabajos de mantenimiento y limpieza se señalarán en las bitácoras respectivas.

Por seguridad y para evitar todo riesgo, en caso necesario de una reparación mayor de instalaciones o equipos, se recurrirá a empresas especializadas en la materia.

### **PLAN DE CONTINGENCIAS.**

#### **Generalidades:**

La T.A.R. B.C.E.T. debe tener un programa interno de protección civil que involucra a todos sus trabajadores, los cuales tendrán asignadas una serie de actividades que deberán desempeñar con responsabilidad en caso de presentarse una situación de emergencia, las cuales se evaluarán y determinarán en forma específica de acuerdo a su localización.

Algunas de las actividades que debe contener:

- ✚ Uso del sistema contra incendio para atacar la emergencia.
- ✚ Suspensión del suministro de energía eléctrica.
- ✚ Evacuación de personas y vehículos que se encuentren en la T.A.R. B.C.E.T.
- ✚ Control del tráfico vehicular para facilitar su retiro de la T.A.R. B.C.E.T.
- ✚ Reporte telefónico a protección civil.
- ✚ Prevención a vecinos.

En cada turno debe existir el personal suficiente para cubrir cada uno de los aspectos señalados en el inciso anterior, los cuales deben conocer además lo siguiente:

- ✚ El contenido del manual de operación, seguridad y mantenimiento de las estaciones de servicio.
- ✚ El reglamento interno de labores de la T.A.R. B.C.E.T. y el programa interno de protección civil.

- ✚ Ubicación y uso del equipo contra incendio.
- ✚ Nociones básicas de seguridad.
- ✚ Localización de los tableros eléctricos y circuitos que controlan.
- ✚ Ubicación de los botones de paro de emergencia.
- ✚ Ubicación de la trampa de combustibles, su funcionamiento y medidas de seguridad.
- ✚ Características de los productos.
- ✚ Nociones de primeros auxilios.

### **1. Detección de riesgos.**

El responsable debe revisar las fuentes de peligro potencial en el área donde se ubica la T.A.R. B.C.E.T.

Realizar inspección detallada de la zona donde se encuentre ubicada la T.A.R. B.C.E.T., con el fin de determinar el riesgo potencial que pudiera afectar la seguridad de la T.A.R. B.C.E.T. y elaborar el programa interno de protección civil relativo a esta situación.

Se deberá implantar un programa de simulacros, en el cual se ponga en práctica el programa interno de protección civil para cada situación específica de riesgo.

A continuación se mencionan algunas de las situaciones de emergencia en las estaciones de servicio con carácter enunciativo y no limitativo.

### **2. Derrames.**

Cuando en una T.A.R. se presente un derrame de combustible, se deberán tomar las siguientes acciones encaminadas a controlar esta situación y prevenir un daño mayor:

- ✚ Suspender el suministro de combustible al equipo que esté originando el derrame.
- ✚ Eliminar todas las fuentes de ignición o que produzcan chispa que estén cerca al área de derrame.
- ✚ Eliminar el combustible derramado, lavando el área con abundante agua para recolectar el producto en la trampa de combustibles.
- ✚ Cuando las características del derrame rebasen la capacidad de control por parte de los trabajadores de la T.A.R. B.C.E.T., se reportará de inmediato el hecho a la autoridad local correspondiente.

### **3. Sismos.**

En prevención de un sismo, se deben tomar medidas tales como:

- ✚ Identificación de los lugares que sean más seguros de la T.A.R. B.C.E.T., como son lugares abiertos, libre de objetos o instalaciones que pudieran desprenderse y caer en interior de oficinas.

- ✚ Contar siempre con equipos de primeros auxilios en todas las áreas operativas, una lámpara sorda y un radio con baterías de repuesto.
- ✚ Concientizar a todo el personal para actuar si esta emergencia se presenta cuando estén laborando.

Durante el sismo se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- ✚ Mantener la calma y tener presente que los movimientos apresurados no siempre son los más adecuados. Es necesario infundir la confianza a las demás personas.
- ✚ Interrumpir la energía eléctrica y el sistema de abastecimiento de combustible.
- ✚ Alejarse de las fuentes de energía eléctrica.
- ✚ Ubicarse en los lugares más seguros de la T.A.R. B.C.E.T o dirigirse a los espacios abiertos.
- ✚ Mantenerse lejos de las ventanas u objetos colgantes que pudieran desprenderse.
- ✚ Después del sismo conviene atender las siguientes indicaciones:
- ✚ Comprobar que los edificios, instalaciones y equipo no hayan sufrido daño.
- ✚ No tocar los cables eléctricos que hayan caído, ni los objetos que estén en contacto con éstos.
- ✚ Atender las indicaciones de las autoridades competentes.
- ✚ Limpiar derrames de sustancias dañinas, tóxicas o inflamables, si las hubiera.
- ✚ Prepararse para temblores o réplicas, que usualmente ocurren después de un movimiento de gran magnitud.
- ✚ Notificar de inmediato a la gerencia comercial de zona respectiva sobre los daños sufridos.
- ✚ Estos hechos deben registrarse en la bitácora de control.

### 3.1 ¿Qué hacer en caso de sismo?

#### Antes.

1. Conozca las zonas de seguridad internas y externas cercanas a su lugar de trabajo.
2. Reconozca las rutas de evacuación, salida de emergencia y los puntos de reunión.
3. Conozca al personal que integra las brigadas de emergencia (si se cuenta con ellos).

#### Durante.

1. Conserve la calma y foméntela en los demás.
2. Apague cualquier fuente de incendio (cigarros, soldaduras, estufas etc.)
3. Retírese de ventanas y objetos que puedan caer.
4. Colóquese en las zonas de seguridad internas o debajo de un mueble resistente; nunca evacue un lugar mientras está temblando.

#### Después.

1. Siga las rutas de evacuación hasta los puntos de reunión.
2. No corra, no grite y no empuje.
3. Obedezca las instrucciones del personal de las brigadas de emergencia.
4. Si está capacitado, ayude a quien lo necesite.

## 4 Incendios.

### 4.1 Equipo contra incendio.

#### A) Características.

Los extintores deben ser portátiles de 9 kilogramos cada uno y estar dotados de polvo químico seco para sofocar incendios clase a (papel, madera); b (grasas y combustibles) y c (de origen eléctrico).

#### B) Ubicación.

Los extintores deben ubicarse de la siguiente manera:

- ✚ En columnas, muros o barandales a una altura aproximada de 1.5 metros del piso o plataforma, a la parte superior del extintor.
- ✚ El acceso a los lugares donde se localicen los extintores debe estar libre de obstrucciones.

#### C) capacitación del personal por proveedores

Los proveedores del sistema contra incendio deben proporcionar la capacitación del personal para el manejo adecuado de los mismos, ya que el conocimiento de ello es una garantía más de seguridad en la T.A.R. B.C.E.T.

### 4.2 ¿Que hacer en caso de incendio?

#### Antes.

- ✚ Conozca la ubicación de los extinguidores en su área.
- ✚ Reconozca las rutas de evacuación, salidas de emergencia y los puntos de reunión.
- ✚ Aprenderse de memoria el número teléfono de la T.A.R. B.C.E.T. de bomberos.

#### Durante.

- ✚ Conserve la calma y foméntela con los demás.
- ✚ Identifique que origina el incendio y de la voz de alarma.
- ✚ Si el incendio se puede controlar con un extinguidor, hágalo. En caso contrario aléjese.
- ✚ Cúbrase la nariz y la boca con trapo húmedo.
- ✚ Si el humo es denso arrástrese por el suelo.

#### Después.

- ✚ Siga las rutas de evacuación hasta los puntos de reunión.
- ✚ No corra, no grite y no empuje.
- ✚ Obedezca las instrucciones del personal de las brigadas de emergencia.

- ✚ Si está capacitado, ayude a quién lo necesite.

## 6. Plan de atención.

Es indispensable tomar en consideración las siguientes medidas:

- ✚ Cuando el incendio sea pequeño, debe sofocarse con el extintor.
- ✚ Si el incendio es causado por grasa o combustibles no debe utilizarse agua.
- ✚ Cuando el incendio no pueda ser controlado, se notificará al cuerpo de bomberos y protección civil de la localidad.
- ✚ Aplicar el plan de evacuación de usuarios y de personal evitando el pánico.
- ✚ Interrumpir el despacho de combustible y de energía eléctrica antes de atacar el incendio.
- ✚ Notificar de inmediato a la superintendencia local de ventas y/o a la gerencia comercial de zona correspondiente.

Estos hechos deben registrarse en la bitácora de control.

## 7. Seguros.

Se recomienda al franquiciatario contratar un seguro de protección civil contra riesgos ambientales para su T.A.R. B.C.E.T., de acuerdo a sus necesidades y características del inmueble, así como a las condiciones geográficas y climatológicas de la zona y como mínimo para cubrir daños a terceros.

Se instalarán alarmas sectoriales (semáforos) con color verde, ámbar y rojo, a su vez identificándolos con alarmas de sonido sectoriales incluyendo generador de tonos.

Se instalarán detectores de fuego, alarmas audibles y visibles y estaciones manuales de alarma.

### FRENTES DE ATAQUE

Se denomina frente de ataque a una calle o área de cuando menos 7 m de ancho, adyacente a los tanques de almacenamiento, por donde pueden circular y maniobrar vehículos contra incendio, los tanques de almacenamiento menores de 8 745 m<sup>3</sup> (55 Mb) de capacidad, deben tener como mínimo un acceso vehicular (un frente de ataque), por calle pavimentada, por el lado donde se ubiquen las tomas de espuma para la protección contra incendio. En este proyecto se ha diseñado el área de tanques para cumplir con al menos tres frentes de ataque para el combate a incendios.

### **Equipos y sistemas de seguridad o protección:**

- Válvulas de seguridad (corte rápido) en llenaderas.
- Sistema de paro de emergencia.

- Detectores de nivel de sobre llenado en tanques de almacenamiento.
- Contenedores para derrames en tanques (diques de contención).
- Drenajes independientes (aguas pluviales y aceitosas).
- Instalaciones eléctricas a prueba de explosión en las áreas peligrosas.

***Medidas de seguridad.***

- Se vigilará el cumplimiento de la prohibición de fumar dentro de la T.A.R. B.C.E.T.
- Las instalaciones eléctricas se proyectan y realizan conforme a la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (Utilización)**, así como en los **códigos NFPA 30, NFPA 30ª, NFPA 70** (National Electrical Code), donde se establecen las características que deben cumplir las instalaciones destinadas a la utilización de energía eléctrica en las instalaciones de manejo de líquidos inflamables.
- La instalación eléctrica general será a prueba de explosión y conforme la NOM-001-SEDE-2012.
- Se implementará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones para mantener en óptimas condiciones la T.A.R. B.C.E.T.
- Se llevará a cabo un programa de minimización de riesgos, fijando un periodo operacional continuo de 10 años como vida útil y al término de este tiempo, se valorará técnicamente las instalaciones para hacer la sustitución de equipo e instrumentos.
- Aplicación a pruebas de hermeticidad a tanques y tuberías.
- Se dará capacitación y entrenamiento al personal de ingreso, sobre las formas de operación de la T.A.R. B.C.E.T. y sobre los riesgos que implica esta actividad, así como medidas de protección que debe aplicar.
- El proyecto definitivo de la T.A.R. B.C.E.T. estará regido por la NOM-EM-003-ASEA-2016.
- Al inicio de la operación se revisará previamente las condiciones de la instalación, aplicando periódicamente recorridos de seguridad.
- Se aplicarán programas de capacitación y adiestramiento.
- Se aplicará un protocolo de operaciones de descarga y llenado de combustibles.

- La actitud de seguridad en la T.A.R. B.C.E.T. será extensiva desde los altos mandos hasta los niveles inferiores.
- Se implementarán programas de entrenamiento para el personal, consistentes en:
  - Orientación del plan de comisión de riesgos.
  - Conocimiento de las hojas de seguridad de las sustancias manejadas (gasolinas), así como la explicación de los términos técnicos, seguido de los efectos a la salud que pudieran ocasionar el mal uso de estos combustibles.
  - Desarrollar técnicas de observación para prevenir incidentes en la T.A.R. B.C.E.T.
  - Entender y practicar los procedimientos de emergencia en caso de contingencias ambientales y otros fenómenos naturales.

**Respuesta a la lista de comprobación detallada de seguridad.**

El método aplicado es conforme a la siguiente tabla:

- A.** Estudio o área completamente revisada.
- B.** Estudio o área que requiere investigación.
- C.** No aplica.

**Tabla 42. Lista de comprobación detallada de seguridad.**

Arreglo general	Evaluación
Normas que aplican	A
Distancias recomendadas en separación de equipos	A
Radios de maniobra vehicular adecuados	A
Las áreas son drenadas adecuadamente	A
Espacio seguro y suficiente para almacenamiento	A

**Fuente:** Elaboración propio en base a las instalaciones y la etapa de operación y mantenimiento de la T.A.R. B.C.E.T.

**Tabla 42. (Continuación) Lista de comprobación detallada de seguridad.**

Edificios	Evaluación
Áreas suficientes para evacuación	A
Acero estructural a prueba de fuego	A
Diseño y construcción por reglamento estatal	A
Servicios generales	A
Áreas verdes	A

**Fuente:** Elaboración propio en base a las instalaciones y la etapa de operación y mantenimiento de la T.A.R. B.C.E.T.

**Tabla 42. (Continuación) Lista de comprobación detallada de seguridad.**

Proceso	Evaluación
Aplicación de hojas de seguridad de las sustancias manejadas	A
Diagrama mecánico de flujo actualizado	A
Conocimiento de riesgos potenciales	B
Programa de operación bien definido	A
Equipamiento y accesorios a prueba de explosión	A

**Fuente:** Elaboración propio en base a las instalaciones y la etapa de operación y mantenimiento de la T.A.R. B.C.E.T.

**Tabla 42. (Continuación) Lista de comprobación detallada de seguridad.**

Tubería	Evaluación
Sistema adecuado para protección contra incendio	A
Las especificaciones de diseño se aplicarán a la construcción	A
Válvulas de emergencia, rápidamente visibles y accesibles	A
Adecuada localización de válvulas de no retorno	A
Identificación correcta de válvulas y accesorios	A

**Fuente:** Elaboración propio en base a las instalaciones y la etapa de operación y mantenimiento de la T.A.R. B.C.E.T.

**Tabla 42. (Continuación) Lista de comprobación detallada de seguridad.**

Sistema de venteo	Evaluación
Líneas de venteo	A
Todos los controles son intrínsecamente seguros	A
Diámetro conveniente de la tubería	B
Sistema de detección de fugas	A
Procedimiento de emergencia y alarmas completos	A

**Fuente:** Elaboración propio en base a las instalaciones y la etapa de operación y mantenimiento de la T.A.R. B.C.E.T.

**Tabla 42. (Continuación) Lista de comprobación detallada de seguridad.**

Equipo	Evaluación
Sistema de bombeo con pruebas certificadas	A
Tanques de almacenamiento	A
Diseño para operar a máxima condición	A
Válvulas de regulación y control	A
Uso y aplicación de los dispositivos de protección	A

**Fuente:** Elaboración propio en base a las instalaciones y la etapa de operación y mantenimiento de la T.A.R. B.C.E.T.

Una vez en operación la lista de comprobación de seguridad se actualizará anualmente.

#### **Auditorías de seguridad.**

Se realizará este procedimiento para: liderazgo y administración, entrenamiento, análisis de riesgo, análisis de accidentes, criterios de emergencia y desastre; y para capacidad y evaluación del personal.

#### **Drenajes y afluentes acuosos**

La T.A.R. B.C.E.T. estará provista de un sistema de drenaje para captar la acumulación de agua pluvial dentro de sus instalaciones, con la finalidad de que garantice un nivel de arrastre adecuado. La pendiente mínima de las tuberías de drenaje será del 2%. La pendiente mínima del piso hacia los colectores será del 1%. El diámetro de las tuberías será de acuerdo al resultado que arroje el diseño en

base al estudio hidrológico. El sistema de drenaje cumplirá con lo dispuesto en las leyes estatales de agua y alcantarillado u organismos operadores que apliquen.

Para la T.A.R. B.C.E.T. se contemplan tres sistemas de desagregación de drenajes: sanitario, pluvial y aceitoso.

*Patios.* Esta zona se drenará con rejillas distribuidas estratégicamente para evitar la acumulación de aguas pluviales, las cuales descargarán según el diseño establecido. Las aguas pluviales de las techumbres se canalizarán hacia el *drenaje pluvial*, quedando prohibida su caída libre.

En el sistema eliminador de combustibles el volumen de agua recolectada en las zonas con manejo de combustible, pasará por una trampa de grasa y combustibles antes de conectarse al colector municipal.

Por ningún motivo se mezclarán directamente los drenajes de aguas aceitosas con los de aguas negras.

Se contará con 3 tipos de drenajes: pluvial, sanitario y aceitoso. Referente al pluvial para el área de tanques, se tendrán arreglos con válvulas de seccionamiento fuera de diques conforme se indica en la normatividad vigente, para conducir el drenaje pluvial contaminado por derrames aceitosos dentro de diques, hacia el drenaje aceitoso. Todos los registros del drenaje aceitoso, deben contar con sello hidráulico. En cada uno de los diques de contención, el registro de drenaje pluvial anterior a la descarga de aguas en los ramales o tuberías troncales, debe contar con sello hidráulico. El agua pluvial libre de hidrocarburos se descargará, bajo previo análisis y control con válvulas de bloqueo con candados hacia unos registros de captación, para que de ahí y de ser posible, por medio de cuencas y considerando la permeabilidad del terreno, para que por filtración se recarguen los mantos acuíferos en el área de la zona ecológica.

Los sistemas de drenajes aceitosos se deben calcular y diseñar con la capacidad adecuada para que desalojen el volumen total de los efluentes aportados como aguas aceitosas provenientes de las purgas de equipos y maquinarias existentes en el área operativa, las cuales se deben enviar al área de tratamiento de efluentes, así mismo se debe evitar que los hidrocarburos de los drenajes aceitosos fluyan a los drenajes pluviales. Se deben diseñar cárcamos reguladores para controlar el flujo hacia los separadores de aceite del área de tratamiento de efluentes. Los registros de los drenajes aceitosos deben tener sellos hidráulicos en las tuberías de llegada a los mismos. Los patios internos de los diques de contención, deben contar con sistemas independientes de drenaje pluvial y aceitoso mediante los cuales, sea posible el manejo selectivo de los efluentes para descargarlos en las tuberías troncales de

drenaje pluvial o aceitoso, según sea el caso. Los drenajes se deben construir de manera que no produzcan filtraciones al subsuelo y su diseño, debe permitir la limpieza de los depósitos y sedimentos.

En las áreas de tanques de almacenamiento, las copas y registros de purga de los drenajes aceitosos se deben diseñar de tal manera que se evite la introducción de materiales que se hayan acumulado dentro del dique.

Las copas de purga deben descargar a registros aceitosos, los cuales deben tener sellos hidráulicos para evitar la propagación de incendios.

El diámetro mínimo de las tuberías que aplica en la red de los drenajes aceitosos es de 10 cm (4 pulgadas), aunque el resultado del diseño indique un diámetro menor. En áreas de diques se debe considerar la aportación pluvial, en esta área se debe tener el sistema pluvial con válvulas de bloqueo (bypass) que permitan el control selectivo de la salida de afluentes.

La losa de piso en el área de tanques de almacenamiento será a base de concreto con una pendiente de al menos 1% para permitir el escurrimiento y recolección de derrames. El área estará delimitada por un dique perimetral a base de concreto, dimensionado en función de la capacidad de los tanques de almacenamiento que rodea. Tanto el dique como la losa de piso deben estar sellados de manera que no permitan ninguna filtración y resistan el contacto con hidrocarburos.

Las áreas de carga y descarga de productos petrolíferos, deben tener drenajes aceitosos y pluviales. Cada isla y el espacio entre ellas deben contar con registros para drenajes aceitosos provistos de sellos hidráulicos que capten posibles derrames de hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.

Las casas de bombas deben contar con drenajes aceitosos para sardineles de equipo, purgas, cobertizo principal y trincheras de tuberías y con drenajes pluviales para las demás áreas.

Los efluentes del drenaje aceitoso descargaran en el separador API.

Separador de aceite:

El separador de aceite tipo "API" fue desarrollado por el Instituto Americano del Petróleo y es una unidad que forma parte integral de las instalaciones de un sistema de tratamiento primario para las aguas residuales de la industria petrolera. En esta instalación el aceite libre que se separa y flota en la superficie del agua se retira por decantación y los sólidos finos que son arrastrados en la corriente de agua residual, por ser más densos que el agua, se depositan en el fondo por medio de una

sedimentación simple para su posterior retiro por medios mecánicos. Su función está basada en el aprovechamiento de la diferencia de densidades (gravedad específica) existente entre las fases de aceite y agua.

#### Tuberías:

La tubería de conducción cumplirá con las especificaciones estándar de la industria de la tubería para servicio de producto refinado conforme a los requisitos establecidos en las normas ANSI/ASME B36.10 y ASME B31.3, en lo que resulten aplicables. Se usará tubería superficial, en trincheras y pasos elevados entre las estaciones de carga de auto tanques y los tanques de almacenamiento, entre los tanques de almacenamiento y las plataformas de descarga de auto tanques, al igual que en la plataforma de descarga de carro tanques.

El diseño de la tubería, los materiales, la soldadura, la fabricación, las pruebas no destructivas y las pruebas de presión deberán cumplir con los requisitos para líquidos de baja presión de vapor de las normas aplicables para tubería de proceso. Todos los materiales deberán cumplir estrictamente con el código API 650 vigentes y demás códigos, especificaciones y normatividad que resulte aplicable. Se deberán acatar estrictamente todos los requisitos de prueba de impacto. Se realizarán las pruebas de presión de la tubería en base a la especificación ASME B31.3, recipientes sujetos a presión al ASME Sección VIII Div. I y pruebas no destructivas como lo marca el API, ASME Sección V Edición 2015. La fabricación en taller, pruebas no destructivas y pruebas de presión serán maximizadas para limitar el alcance de trabajo en campo. Se realizarán pruebas no destructivas para un 10% de partes superficiales y 100% de partes subterráneas para el caso de las partes humedecidas por el proceso y las partes de retención de presión.

Al terminar la instalación en campo, se realizarán las pruebas no destructivas en todas las soldaduras de conexión y se ejecutará una verificación de hermeticidad para fugas y de servicio neumático en los sistemas de tubería de drenaje y proceso.

Los soportes para tubería fabricados de concreto, mampostería o similares, deben tener una placa o elemento estructural ahogado y sobresaliente al paño del soporte, el cual debe ser la superficie de contacto y deslizamiento entre el soporte y la tubería. Los apoyos y soportes para tubería deben resistir las acciones y combinaciones de acciones de la tubería, incluyendo las cargas por la prueba hidrostática, entre otras. El arreglo de tubería debe tener los soportes necesarios para asegurar que las conexiones no transmitan esfuerzos excesivos a los equipos y mantengan la alineación de la tubería. La tubería debe tener apoyos y soportes permanentes, solo se permiten soportes temporales para la prueba hidrostática. Todos los apoyos se deben fabricar con material que resista las condiciones de

servicio y ambientales. El hierro fundido, dúctil y maleable no se permite para apoyos y soportes para tubería, los apoyos se deberán colocar sobre elementos estructurales, no se permiten apoyos sobre rejillas, placas anti-derrapantes, barandales, escaleras, sobre el piso sin dados de concreto, entre otros.

#### SISTEMA DE PROTECCION AMBIENTAL

Se considera en el diseño la prevención de derrame de producto y la prevención de que dicho derrame de producto alcance el medio ambiente local en apego a lo establecido en la norma de ordenamiento ecológico e impacto ambiental NOM-117-SEMARNAT-2006, así como la norma de especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, esto mediante la construcción de diques en área de tanques de almacenamiento, sardineles en casa de bombas, y una red de drenaje aceitoso que cubre la totalidad de las áreas operativas.

##### Aire

Considerando como impactos prioritarios la emisión de partículas, gases de combustión, ruido debido a la etapa de preparación de sitio, particularmente por el despalme del área donde se efectuaran las obras que comprende el desarrollo del proyecto, se consideran las siguientes medidas:

Gases de Combustión. Se tendrá especial cuidado para que los vehículos y maquinaria a contratar observen en tiempo y forma los programas de verificación vehicular que se encuentren vigentes, antes y durante la ejecución de las obras. Se evaluarán los niveles de emisión de contaminantes y se efectuarán las actividades correctivas en la unidades que no cumplan con la normativa, tal y como lo establece el artículo 28 del Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmosfera y la siguientes Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT, NOM-043-SEMARNAT, NOM-044-SEMARNAT.

##### Agua.

Se diseñarán las instalaciones para drenar agua contaminada de áreas de potencial derrame de hidrocarburo mediante una ruta controlada por medio de una red segregada de drenaje hacia una planta de tratamiento de aguas residuales como parte de este proyecto en el área de la terminal esta estarán acorde a las normas mexicanas NOM-001-SEMARNAT, NOM-002-SEMARNAT y NOM-003-SEMARNAT vigentes, en lo que resulten aplicables. Este sistema cumplirá con todas las regulaciones y especificaciones bajo el manual producido por API: "Manual of disposal of refinery waste API". La teoría de separación del sistema se basa en la velocidad de ascensión de los glóbulos de aceite (velocidad vertical) y su relación con la velocidad de carga superficial del separador. Esto determina con seguridad que las partículas de aceite serán suspendidas en la parte superior para su remoción. Es

importante hacer notar que cualquier agua a ser descargada por el separador, será certificada mediante pruebas de laboratorio internas para asegurar que esta contiene menos de las ppm de producto contaminante de acuerdo a las Normas Mexicanas.

Suelo, subsuelo y mantos acuíferos.

Como acción preventiva, durante la etapa de preparación del sitio, en la actividad conocida como el despalme y nivelación, se recuperara la capa de materia orgánica y el horizonte de suelo con materia orgánica en proceso de degradación, para su aprovechamiento en las zonas de amortiguamiento para la regeneración de suelo, que mejore las características edafológicas del área, con la finalidad de garantizar un mejor crecimiento de las especies vegetales.

Como medida de prevención en la etapa de construcción se cuidara el manejo de los cementantes, los cuales deberán resguardarse en bodegas y el personal de obra evitara el derrame accidental o irresponsable de los aglutinantes como cemento, cal, morteros, las bolsas de estos materiales deberán recolectarse y depositarse en un lugar específico para evitar su dispersión.

Los residuos sólidos de acero (varilla, alambre, alambión), deberán ser recolectados y enviados a una área de acopio para su reutilización o en su caso serán confinados para su traslado a los sitios que determinen las autoridades municipales, los desechos de madera para cimbra que ya no sea útil para la actividad constructiva, se recolectara y enviara al área de acopio de residuos de obra para su disposición final.

Los materiales de desecho producto de los trabajos realizados con morteros y concretos serán recolectados permanentemente durante el tiempo que dure la obra hasta su limpieza y entrega de obra, estos desechos sólidos serán confinados para su traslados a los sitios que determinen la autoridades municipales, cumpliendo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Control y sistema de recuperación de vapores.

En el presente proyecto de la T.A.R. B.C.E.T., se considera la instalación de membranas internas flotantes en los tanques de almacenamiento de gasolinas para reducir al máximo la emisión de vapores a la atmósfera, así como la instalación de un sistema de recuperación de vapores en cada una de las posiciones de carga de auto tanques, que también estarán equipadas con el sistema de llenado por el fondo, con el fin de mantener las emisiones por debajo del límite de los 80 ppm en cumplimiento a la NOM-EM-003-ASEA-2016, mediante tecnologías de recuperación por el proceso de adsorción-absorción.

#### IV. RESUMEN.

##### IV.1. SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

Basados en el presente estudio se concluye que **la instalación se clasifica como de riesgo moderado (sin factor de corrección)**, tomando como base el resultado obtenido a través del **índice Dow de fuego y explosión** (indicador potencial), así como en el cálculo de la evaluación de derrames y posibles incendios que pudieran originarse. Por lo que tomando las medidas preventivas asentadas en este estudio, los riesgos serán minimizados.

La probabilidad de ocurrencia de accidentes, que arroja la técnica de **Hazop** es de **magnitud escasa a nula**.

El diseño de la T.A.R. B.C.E.T. es favorable, siempre y cuando se cumplan las características constructivas indicadas en los planos y especificaciones, por lo que se llevará un control riguroso en la selección del equipo e instrumentos de medición.

Como **medida de seguridad** para absorber **impacto de las radiaciones de calor**, se cuenta con una **barda perimetral** a la instalación, que por el efecto de un incendio se absorbería por los muros perimetrales construidos, lo que se ha representado en los planos de cada simulación como efecto de abatimiento por muro perimetral.

En cuanto a los riesgos interactuantes con las dos Plantas cercanas, como ya se ha mencionado es mitigable, siempre y cuando se lleven a cabo todas las medidas recomendadas en los estudios respectivos así como las solicitadas por las autoridades con injerencia.

El análisis de la T.A.R. B.C.E.T. bajo el esquema del estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo, ha permitido determinar que el manejo de los combustibles tiene un nivel de alto riesgo, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos de seguridad, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio.

Asimismo, se identifica que se debe asumir la responsabilidad de que las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte de los combustibles se diseñen, fabriquen y construyan de acuerdo a la Normativa NOM-001-SEDE, NFPA 70, NFPA 77 y NFPA 780 y NOM-EM-003-ASEA-2016, así como a las condiciones que marquen las autoridades con injerencia, de esta manera las medidas preventivas de seguridad con que cuenta la T.A.R. (válvulas automáticas y manuales de seguridad, indicadores electrónicos de niveles, pruebas de hermeticidad a tuberías y tanques, sistema de alarmas

y paros de emergencia, sistema de protección por medio de extintores, codificación de colores en tuberías, mantenimiento preventivo de equipos, programas de capacitación del personal en la atención de contingencias y programas de contingencias entre otros, permitirá realizar una operación segura de la T.A.R. B.C.E.T., reduciendo los riesgos al mínimo con una probabilidad de ocurrencia de accidentes mínima.

Todo proyecto puede tener un riesgo ambiental implícito, por lo cual la construcción de la propuesta para la T.A.R. B.C.E.T. no es la excepción, y claro está que con el derrame y explosión del combustible simulado en éste estudio por un cierto tipo de situaciones que se pueden presentar en el proceso de distribución, transporte y manejo del combustible; se observan los daños probables y por consecuencia se proponen medidas para prevenir y evitar tales eventos, reduciendo el riesgo al mínimo.

La T.A.R. B.C.E.T. por su ubicación y colindancias cuenta con espacios y medidas de seguridad suficientes para evitar afectaciones a centros de población.

En materia de protección civil, se recomienda contar con programa de simulacros para dar respuesta a las distintas situaciones de emergencia identificadas tanto internamente como de manera conjunta en el caso de eventos de interacción de riesgo, con la finalidad de prever la ocurrencia y/o disminuir por completo su probabilidad de manera conjunta con los organismos gubernamentales y no gubernamentales que pudieran prestar auxilio.

#### **IV.2. HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.**

Del análisis de vulnerabilidad se identificó un riesgo **por licuefacción del suelo y por inundación**; por lo que se recomienda realizar estudios de mecánica de suelos más exhaustivos a efecto de diseñar las cimentaciones de los tanques de manera segura. En cuanto al **riesgo por inundación**, se recomienda revisar el comportamiento hidrológico de la zona a efecto de considerar la medidas pertinentes.

En las áreas de la T.A.R. B.C.E.T. clasificadas según la **NOM-01-SENER-2012, Instalaciones Eléctricas (ver tabla 515-3)**, que son consideradas peligrosas, las instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosiones.

Contar con un sistema de detectores de fugas y derrames en los tanques de almacenamiento de combustible, tuberías de trasiego de combustible que estén conectados a alarmas visibles y/o sonoras.

Organizar un plan de capacitación continua al personal sobre seguridad sobre el manejo del equipo y del combustible que se manejará en la T.A.R. B.C.E.T.

Cumplir estrictamente con el programa de mantenimiento preventivo al equipo e instalaciones de la T.A.R. B.C.E.T.

Efectuar pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento y tuberías de flujo de combustible previo al inicio de operaciones y de manera periódica (cada año con pruebas con sensores electrónicos y cada cinco años con sometimiento a presión neumática).

De acuerdo a los tiempos establecidos en la normatividad respectiva, efectuar mediciones ultrasónicas de espesor a los tanques de almacenamiento.

Contar con avisos preventivos, restrictivos y operativos móviles y fijos en la T.A.R. B.C.E.T.

Los auto tanques que suministran combustible a la T.A.R. B.C.E.T. deberán conectarse a tierra durante la descarga.

Durante la descarga de combustible al tanque de almacenamiento no se permitirá el acceso a personas ajenas al área de tanque y se colocarán letreros informativos y restrictivos al respecto.

En las áreas consideradas peligrosas se prohibirá mantener encendido celulares.

Se mantendrá orden y limpieza en todas las áreas de la T.A.R. B.C.E.T.

Se recomienda construir un muro perimetral de 2.5 metros de altura, para reducir el riesgo por radiación del fuego.

La velocidad máxima permitida a los vehículos que circulan dentro de las instalaciones será de 10 km/h.

Revisar diariamente las trampas de combustible y en caso de haber residuos de combustibles estos serán recolectados inmediatamente y se almacenarán estos residuos de acuerdo a la normatividad aplicable.

#### IV.3. PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

Informe Técnico:

**Tabla 43. Sustancias involucradas.**

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (Kg/m3)	Flujo (kg/seg)	Longitud de la tubería (km) <sup>5</sup>	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm2)	Espesor (mm) <sup>1</sup>	Descripción de la Trayectoria
Gasolinas	8006-61-9	740	0.0546	NA	NA	NA	4.6	NA
Diésel	68334-30-5	832	0.0546	NA	NA	NA	4.6	NA
Turbosina	8008-20-6	0,820	0.0546	NA	NA	NA	4.6	NA
GAS L.P. (de las Plantas de Gas en el área de estudio)	4-98-6	34.2	NA	NA	NA	17.58	NA	NA

\* De acuerdo con los lineamientos descritos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, International Union Pure Applied Chemistry).

\*\* De acuerdo con el Chemical Abstract Service (CAS).

NA: No aplica.

<sup>1</sup> Los tanques de almacenamientos horizontales o verticales con **espesor de pared** y de techo de **4,6 mm** (3/16 pulg), o mayores, se consideran auto protegidos contra descargas atmosféricas y no se requiere incluir el sistema contra descargas atmosféricas (Base de diseño).

**Tabla 44. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.**

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención.
2005	Zona industrial de Buncefield Inglaterra	T.A.R. de Buncefield	Combustibles Hidrocarburos	Explosión de nube de vapor no confinada	Nota 1	Nota 2	Nota 3

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

**Nota 1.** Análisis de las causas del accidente:

Los fallos en el diseño y mantenimiento de los sistemas de protección para evitar el sobrellenado de tanques deben considerarse como las causas técnicas de la explosión inicial y de la dispersión de contaminantes posterior. Sin embargo, debajo de estas causas inmediatas deben buscarse otras, que afectan al sistema organizativo y al planteamiento de trabajo, y que son realmente las culpables del accidente:

1. El mantenimiento y la gestión de los sistemas ubicados en las instalaciones de HOSL en relación con el sobrellenado de tanques eran deficientes y no tenían un seguimiento continuo, a pesar del hecho de que ambos sistemas eran auditados de forma independiente. En concreto, el sistema de bloqueo por alto nivel se encontraba inoperativo por falta de conocimiento sobre su funcionamiento.

2. La plantilla no disponía de suficiente información para manejar de forma apropiada la entrada de combustible en los almacenamientos, sobre todo datos relacionados con la velocidad de entrada y tiempos de recepción de los hidrocarburos.

3. La producción del establecimiento había aumentado, lo que imponía más presión sobre la plantilla y rebajaba el control de ésta sobre el proceso de almacenamiento de combustible y su monitorización.

Todas estas presiones habían creado en el establecimiento una cultura donde el proceso de operación era prioritario, sin prestar demasiada atención a los procesos de seguridad, para poder cumplir los objetivos de productividad.

Una cultura donde el proceso de operación era prioritario, sin prestar demasiada atención a los procesos de seguridad, para poder cumplir los objetivos de productividad. En concreto, el sistema de bloqueo por alto nivel se encontraba inoperativo por falta de conocimiento sobre su funcionamiento.

**Nota 2.** Infraestructura afectada: 20 tanques ubicados en la TAR, ardió durante varios días, 40 personas resultaron heridas, no hubo pérdidas humanas. El agua y las espumas utilizadas para apagar el fuego, junto con parte del combustible derramado, llegaron al subsuelo a través de desagües y pozos de drenaje, produciendo daños importantes al medioambiente de la zona.

**Nota 3.** La alarma de incendios se pulsó a las 6:01 horas, poniéndose en marcha la bomba de incendios. Casi inmediatamente, se produjo la explosión de la nube de vapor, cuya ignición se produjo, probablemente, por una chispa debida a la puesta en marcha de la bomba.

**Tabla 45. (Continuación) Antecedentes de Accidentes e Incidentes.**

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención.
2009	Puerto Rico	Planta de Caribbean Petroleum Corporation (CAPECO)	Combustibles Hidrocarburos	Explosión de nube de vapor no confinada e incendio de charco por derrame	Nota 1	Nota 3	Nota 3

**Fuente:** [https://www.scipedia.com/public/Abreu\\_Godoy\\_2013a](https://www.scipedia.com/public/Abreu_Godoy_2013a)

**Nota 1.** Falla en los sensores de nivel de llenado. La carencia de redundancia en el sistema de monitoreo y la deficiencia en la seguridad y en el control de procesos en la planta. El origen del accidente, el mecanismo de liberación de combustible y la fuente de ignición (chispa producida al encender la bona contra incendio). c) La falla en el funcionamiento y monitoreo de sensores de llenado en el nivel primario de contención muestra la falta de seguridad y de redundancia del sistema de control de la planta. Ni los empleados en turno, ni el sistema de monitoreo computarizado pudieron notar oportunamente el sobrellenado de uno de los contenedores. Parece ser que tampoco existía algún control de la cantidad de combustible expedido desde la barcaza en la Bahía de San Juan, desde donde se envió combustible aun después de que el tanque 105 se encontraba lleno. Así pues,

una falla momentánea en un sensor de llenado originó el trágico accidente que llevó a CAPECO a declararse en bancarrota.

Además, de acuerdo con la información publicada por integrantes del equipo de investigación, el sistema de drenaje diseñado para conducir aguas pluviales jugó un papel perjudicial, posiblemente permitiendo que la mezcla combustible alcanzase alguna fuente de ignición.

**Nota 2.** f) La cantidad de personas desalojadas y refugiadas, y de viviendas y negocios afectados está estrechamente relacionada a la ubicación geográfica de la planta de almacenamiento, la cual se sitúa en una zona urbana con una densidad de población relativamente alta. Otro aspecto cuestionable en relación a la ubicación de la planta es su cercanía a cuerpos de agua como ríos y acuífero, los cuales fueron contaminados como consecuencia del accidente de 2009

**Nota 3.** Uno de los bomberos cerró la válvula de flujo del oleoducto. Las personas desalojadas y refugiadas, y de viviendas y negocios (fueron evacuadas).

**Tabla 45. (Continuación) Antecedentes de Accidentes e Incidentes.**

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención.
2009	Jaipur, India	Planta de almacenamiento de petróleo, queroseno y diésel	Combustibles Hidrocarburos	Explosiones y fuego en los 11 tanques	Nota 1	Nota 2	Nota 3

**Fuente:**

**Nota 1.** El origen del desastre está asociado a la aparición de una neblina (vapor de petróleo) observada por testigos a partir de las 4:00 pm del mismo jueves. La falla inicial corresponde a una fuga de combustible ocurrida durante la transferencia de líquido entre un tanque de almacenamiento de la planta de Jaipur hacia otro tanque ubicado en una granja cercana, debido a la falla de una válvula de control.

**Nota 2.** Alrededor de 500 mil personas fueron evacuadas, 300 resultaron heridos y 12 fallecieron por causa del accidente.

**Nota 3.** Las personas fueron evacuadas.

**Tabla 45. Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.**

No. de Falla <sup>1</sup>	No. de Evento <sup>1</sup>	Falla <sup>1</sup>	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
10	Sabotaje	Fisura a perforación del tanque.	X	X	X	----	carro tanque	Estudio de falla y efecto (Hazop)	<b>Aire, suelo y Agua.</b> En el área inmediata de la zona almacenamiento. Se emiten gases de combustión, causando posible intoxicación de personas que se pudieran encontrar en zonas colindantes. Material derramado, uso de espumas y retardantes químicos para combate del incendio. Respectivamente.

**Fuente:** elaboración propia con metodología Estudio de falla y efecto (Hazop).

IV.1. Estudio de falla y efecto (Hazop).

Tabla 45. (Continuación) Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla <sup>1</sup>	No. de Evento <sup>1</sup>	Falla <sup>1</sup>	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
17	Falla en el sistema automático de medida del nivel del tanque.	Fuga de incendio, de charco).	X	X	X	---	Sistema automático de medida del nivel del tanque.	Estudio de falla y efecto (Hazop)	<b>Aire, suelo y Agua.</b> En el área inmediata de la zona almacenamiento. Se emiten gases de combustión, causando posible intoxicación de personas que se pudieran encontrar en zonas colindantes. Material derramado, uso de espumas y retardantes químicos para combate del incendio. Respectivamente.

**Tabla 45. (Continuación) Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.**

No. de Falla <sup>1</sup>	No. de Evento <sup>1</sup>	Falla <sup>1</sup>	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
18	Mantenimiento inadecuado, algún evento natural o sabotaje.	Incendio de charco confinado de 200 000 equivalentes a 31,800,000 Litros	X	X	---	X	Tanque de almacenamiento	Estudio de falla y efecto (Hazop)	<b>Aire, suelo y Agua.</b> En el área inmediata de la zona almacenamiento. Se emiten gases de combustión, causando posible intoxicación de personas que se pudieran encontrar en zonas colindantes. Material derramado, uso de espumas y retardantes químicos para combate del incendio. Respectivamente.

**Tabla 45. (Continuación) Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.**

No. de Falla <sup>1</sup>	No. de Evento <sup>1</sup>	Falla <sup>1</sup>	Accidente hipotético				Unidad o equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
23	Incendio de charco no confinado de 30,000 BLS de gasolina por fuga y derrame en tubería de conducción	Fisura Tubería de conducción	X	X	-	--	Tubería de conducción	Estudio de falla y efecto (Hazop)efecto (Hazop)	<b>Aire, suelo y Agua.</b> En el área inmediata de la zona almacenamiento. Se emiten gases de combustión, causando posible intoxicación de personas que se pudieran encontrar en zonas colindantes. Material derramado, uso de espumas y retardantes químicos para combate del incendio. Respectivamente.

**Tabla 45. (Continuación) Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.**

No. de Falla <sup>1</sup>	No. de Evento <sup>1</sup>	Falla <sup>1</sup>	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
24	Nube explosiva por efecto de sobrepresión ante fuga en tubería de conducción	Fisura Tubería de conducción.	X		X	X	Tubería de conducción.	Estudio de falla y efecto (Hazop)	<b>Aire, suelo y Agua.</b> En el área inmediata de la zona almacenamiento. Se emiten gases de combustión, causando posible intoxicación de personas que se pudieran encontrar en zonas colindantes. Material derramado, uso de espumas y retardantes químicos para combate del incendio. Respectivamente.

**Tabla 45. (Continuación) Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.**

No. de Falla <sup>1</sup>	No. de Evento <sup>1</sup>	Falla <sup>1</sup>	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
29	Maniobra equivocada del chofer, volcadura con daño al tanque.	4. Fuga total del combustible contenido en el autotanque, riesgo de incendio	X	X			autotanque	Estudio de falla y efecto (Hazop)	<b>Aire, suelo y Agua.</b> En el área inmediata de la zona almacenamiento. Se emiten gases de combustión, causando posible intoxicación de personas que se pudieran encontrar en zonas colindantes. Material derramado, uso de espumas y retardantes químicos para combate del incendio. Respectivamente.

**Tabla 46. Estimación de consecuencias.**

No. de Falla	No. de Evento <sup>1</sup>	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico <sup>4</sup>	Efectos-Potenciales <sup>5</sup>					Programa de simulación empleado <sup>5</sup>	Zona de alto Riesgo	
		Masiva	Continua <sup>2</sup>	Cantidad <sup>3</sup>	Unidad <sup>3</sup>		C	G	S	R	N		X10 <sup>-5</sup>	X10 <sup>-6</sup>
													Distancia (m)	Distancia (m)
10	1	X	---	104,940	L	Líquido	-	-		X	SCRI-FUEGO 1.4.1	(84.81) <sup>6</sup>	(158.22) <sup>6</sup>	
17	2	X	---	4'770,000	L	Líquido				X	SCRI-FUEGO 1.4.1	(133.03) <sup>6</sup>	(247.58) <sup>6</sup>	
18	3	X	---	63,000	L	Líquido	-	-	-	X	SCRI-FUEGO 1.4.1	(340.42) <sup>7</sup>	(630.27) <sup>7</sup>	
23	4	X	---	31'800,000	L	Líquido	-	-	-	X	SCRI-FUEGO 1.4.1	(84.63) <sup>7</sup>	(158.12) <sup>7</sup>	
29	5	X	---	4,770,000	L	Líquido	-	-	-	X	SCRI-FUEGO 1.4.1	(81.28) <sup>7</sup>	(151.64) <sup>7</sup>	
24	6	---	X	36,384	kg	Líquido				X	SCRI-FUEGO 1.4.1	(584.82) <sup>7</sup>	(994.09) <sup>7</sup>	

<sup>1</sup> Estudio de falla y efecto (Hazop)

<sup>2</sup> Simulación de fuego de chorro

<sup>3</sup> 1.2.1. y 1.2.2. El almacenamiento (del apartado 1.2.Descripción detallada del proceso).

<sup>4</sup> Hojas de seguridad.

<sup>5</sup> SCRI- FUEGO Modelos de Simulación para Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones Versión

<sup>6</sup> Anexo. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica.

<sup>7</sup> Anexo. Resultados de la simulación efectuada por inflamabilidad por radiación térmica (chorro de fuego).

Efectos potenciales:

(C) Catastrófico: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al

ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser simulado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

(G) Grave: Este evento puede afectar áreas extremas a los terrenos de la instalación con superficie nivel de peligros para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso.

(R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligros para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.

**Tabla 47. Criterios Utilizados.**

No. de Falla <sup>1</sup>	No de evento <sup>1</sup>	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica <sup>2</sup>		Otros Criterios
		IDHL*	TLV <sub>8</sub> **	Velocidad del viento (m/seg)	Estabilidad	--	-	kw/m <sup>2</sup>	kw/m <sup>2</sup>	
10,17,18,23	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5	1.4	NA
29	4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.0 (psig)	0.5 (psig)	NA

\*IDHL\*: Inminentemente peligrosa para la vida y la salud.

\*\*TLV<sub>8</sub>. Valor Umbral Límite.

<sup>1</sup> Estudio de falla y efecto (Hazop)

<sup>2</sup> Guía Estudio de Riesgo: Criterios para definición de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento (SEMARNATH).

## **V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.**

### V.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

#### V.1.1. Planos de localización.

##### **Planos de localización.**

ANEXO. PLANO AR-1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO EN CARTA TOPOGRÁFICA.

ANEXO. PLANO AR-2. USO DE SUELO Y COLINDANCIAS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

ANEXO. PLANO AR-3. RIESGO Y VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DE ESTUDIO

ANEXO. PLANOS DE PROYECTO:

PLANO PLANTA GENERAL ESC 1:750. Acof. Mts.

PLANO ARR. GEN. SECC. DESC. CARR. TANQUES

PLANO TUBERIA DE PROCESO.

PLANO RED CONTRA INCENDIO Y ARREGLO DE EQUIPOS (BOMBAS).

PLANO SECCIONES ARREGLO GENERAL LLENADERAS Y DESCARGA DE AUTO TANQUES.

PLANO RED CONTRA INCENDIO PLANTA GENERAL.

ÁREA DE CARGA Y DESCARGA

(RED CONTRA INCENDIO EN LLENADERAS).

PLANO COBERTIZO DE BOMBAS CONTRA

INCENDIO - SECCIONES E ISOMETRICO DE SISTEMA DE PRESION BALANCEADA.

#### V.1.2. Fotografías.

ANEXO. Archivo Fotográfico.

#### V.1.3. Videos.

ANEXO. En archivo electrónico.

V.2. OTROS ANEXOS.

ANEXO. 1. DOCUMENTACIÓN LEGAL

ANEXO. 2. MEMORIA TÉCNICA DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO  
BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS .

ANEXO 3. BASES DE DISEÑO TERMINAL DE ALMACENAMIENTO  
BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS .

ANEXO 4. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO  
BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS .

ANEXO 5. DIAGRAMA RED CONTRA INCENDIO.

ANEXO 6. PLANOS DE PROYECTO TAR BCET.

ANEXO 7. PLANOS DE EVENTOS DE RIESGO SIMULADOS.

ANEXO 8. SIMULACIONES DE RIESGO TAR BCET.

ANEXO 9. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD.

ANEXO 10. PLANO AR-1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO  
EN CARTA TOPOGRÁFICA.

ANEXO 11. PLANO AR-2. USO DE SUELO Y COLINDANCIAS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

ANEXO 12. PLANO AR-3. RIESGO Y VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

**BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD SOBRE LO CONTENIDO DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL DEL PROYECTO: "TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS" A UBICARSE EN: LOTE 126 Z-1 P-1 DEL EJIDO PUEBLA, MPIO. DE MEXICALI, EDO. DE BAJA CALIFORNIA. FIRMAN DE CONFORMIDAD:**

**PROPONENTE DEL PROYECTO**

---

**LIC. IGNACIO LÓPEZ RODRÍGUEZ**  
**REPRESENTANTE LEGAL**  
**"BAJA CALIFORNIA ENERGY TRANSLOGISTICS", S.A.P.I. DE C.V.**

**RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

---

**ING. CARLOS AUGUSTO RAMOS AGUILAR**  
**ENERGÍA MEX**