



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

TERMINALES PORTUARIAS DEL PACÍFICO

PROYECTO: ESTUDIO DE RIESGO, MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**Terminal de Almacenamiento y Reparto
Lázaro Cárdenas**

INDICE

I. ESCENARIOS DE LOS RIEGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	3
Descripción del Proceso.....	3
<i>I.1. BASES DE DISEÑO</i>	6
<i>I.1.1. Proyecto civil</i>	48
<i>I.1.2. Proyecto mecánico.....</i>	52
<i>I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio</i>	63
<i>I.2. DESCRIPCIÓN DETALLA DEL PROCESO.....</i>	86
<i>I.2.1. Hojas de seguridad</i>	92
<i>I.2.2. Almacenamiento.....</i>	92
<i>I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares</i>	96
<i>I.2.4. Pruebas de verificación</i>	105
<i>I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.....</i>	110
<i>I.3.1. Especificación del cuarto de control</i>	112
<i>I.3.2. Sistema de aislamiento y contención para derrames.....</i>	115
<i>I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</i>	117
<i>I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.....</i>	117
<i>I.4.2. Metodología de identificación y jerarquización.....</i>	119
II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES	125
<i>II.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....</i>	125
<i>II.2. INTERACCIONES DE RIESGO</i>	125
<i>II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL</i>	125
III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL	127
<i>III.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS</i>	127
<i>III.1.1. Sistemas de seguridad</i>	131
<i>III.1.2. Medidas preventivas</i>	138



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

IV. RESUMEN.....	140
IV.1. SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	140
IV.2. HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.....	140
IV.3. PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO	142
V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	173
V.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	173
V.1.1. Planos de localización	173
V.1.2. Fotografías	174
V.1. OTROS ANEXOS	176

I. ESCENARIOS DE LOS RIEGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Descripción del Proceso

El proceso de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas consiste en recibir productos petrolíferos por medio de buque-tanques, a través de su propio sistema de bombeo. Los petrolíferos son enviados a tanques de almacenamiento tipo atmosféricos; posteriormente, dependiendo de la demanda, los productos serán entregados mediante un sistema de bombeo hacia auto-tanques, adicionalmente serán mezclados con oxigenantes y aditivos, de acuerdo a los requerimientos de cada producto. En un futuro los productos podrán ser bombeados a un área de carro-tanques, buque-tanques y de almacenamiento cercana al predio (Fase 2). La fase dos será una ampliación de la capacidad de almacenamiento y de acuerdo a la demanda, serán construidos los tanques hasta alcanzar la capacidad total requerida de 1,665 MMb, en este predio se recibirán las gasolinas, diésel y oxigenantes de los buque-tanques mediante su propio sistema de bombeo, posteriormente el producto podrá ser enviado a carro tanques y tanques de almacenamiento del predio 1.

El alcance del presente estudio solo incluye en su análisis la Fase 1 (predio 1)

El proyecto incluye:

- Construir una terminal terrestre para el almacenamiento de productos petrolíferos (gasolinas Regular y Premium, Diésel automotriz y oxigenantes) en dos fases y dos predios distintos
- Construir tanques de almacenamiento con una capacidad nominal de 1,665 MMb para productos refinados

La primera fase en el predio 1 consiste en:

- Construir una terminal con una capacidad de almacenamiento nominal de 535 Mb
- Construir un muelle para recepción de barcos con una capacidad de 300 Mb
- Construir un área de llenaderas para la entrega de productos petrolíferos por auto-tanque
- Construir 2 tanques de almacenamiento para oxigenantes, uno con una capacidad nominal de 5 Mb y otro de 55 Mb
- Construir 3 tanques de almacenamiento para gasolina Regular, uno con una capacidad nominal de 55 Mb y dos de 80 Mb cada uno
- Construir 2 tanques de almacenamiento para gasolina Premium, uno con una capacidad nominal de 80 Mb y otro de 20 Mb
- Construir 2 tanques de almacenamiento para diésel, con una capacidad nominal de 80 Mb cada uno
- Construir obras auxiliares para la operación de la terminal de almacenamiento

La segunda fase en el predio 2 consiste en:

- Construir una terminal con una capacidad de almacenamiento nominal de 1.130 MMb
- Construir un muelle para recepción de barcos con una capacidad de 300 Mb.
- Construir 1 tanque de almacenamiento para oxigenante, con una capacidad nominal de 80 Mb
- Construir 3 tanques de almacenamiento para gasolina Regular, con una capacidad nominal de 150 Mb cada uno
- Construir 2 tanques de almacenamiento para gasolina Premium, con una capacidad nominal de 150 Mb cada uno
- Construir 2 tanques de almacenamiento para diésel, con una capacidad nominal de 150 Mb cada uno.
- Construir obras auxiliares para la operación de la terminal de almacenamiento
- Construir área de bombeo para la entrega de productos a predio 1
- Construir a futuro área de bombeo y llenaderas para la entrega de productos petrolíferos por carro-tanque
- Construir a futuro dos espuelas para dos trenes unitarios y un ladero.

Cabe señalar que la construcción en el segundo predio (Fase II) será paulatinamente de acuerdo a la demanda de los productos.

Para este proceso la terminal requiere de instalaciones y servicios complementarios. Dentro del predio 1 (Fase I) donde será desarrollado el proyecto, se cuenta con instalaciones administrativas y servicios auxiliares que forman parte de la terminal de carbón, parte de estas instalaciones serán acondicionados y compartidos para la terminal de almacenamiento de petrolíferos.

Las principales obras que contempla la terminal son:

- Cimentación de tanques y equipos principales
- Malla ciclónica y torres de vigilancia perimetral
- Accesos vehicular y peatonales internos
- Circulación vehicular (pavimentos y asfaltos)
- Circulación peatonal (guarniciones y banquetas)
- Adecuación de oficinas administrativas existentes
- Torre de control
- Adecuación de caseta de vigilancia
- Adecuación de taller de mantenimiento existente
- Laboratorio
- Cobertizo sistema contra incendio
- Adecuación de subestación eléctrica
- Cuarto de control de motores
- Planta de emergencia

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

- Estacionamientos
- Sanitarios y vestidores
- Soportes de concreto
- Racks de tubería
- Tanques de almacenamiento de petrolíferos y diques de contención
- Tanques de almacenamiento para oxigenantes (MTBE/ETBE/TAME)
- Sistema de drenajes (pluvial, sanitario y aceitoso)
- Tratamiento de efluentes (fosa API)
- Adecuación de planta de tratamiento de aguas negras existente
- Tanque de agua contra incendio
- Bombas para el sistema de agua contra incendio
- Sistema de presión balanceada mediante espuma
- Cobertizo del área de llenaderas (carga de auto-tanques)
- Cobertizo de bombas de llenaderas
- Cisterna de agua servicios generales
- Adecuación de cobertizo de residuos peligrosos
- Área para aditivos de gasolinas

Ver Anexo **I.1.1** (Plano de Localización)

I.2.3.1 (Plano de Arreglo general)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

I.1. BASES DE DISEÑO

Criterios de diseño y normas utilizadas

El proyecto fue diseñado con base en lo establecido en los siguientes Códigos Internacionales y Normas Oficiales Mexicanas:

N°. Norma/Práctica	Descripción
NOM-016-CRE-2016	Especificaciones de calidad de los petrolíferos
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
PROY-NOM-ASEA-006-2017	Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo
API-651	Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks (Protección catódica de tanques de almacenamiento de petróleo instalados sobre terreno)
STD 620	Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks
API RP 2350	Overfill Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities
API RP 2030	Application of Fixed Water Spray Systems for fire protection in the petroleum and petrochemical industries
Std 2000	Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks
STD 610/ISO 13709:2009	Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries
STD 676	Positive Displacement Pumps—Rotary
STD 682	Pumps—Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary Pumps
API 615	Valve Selection Guide
ASME B16.9	Factory-Made Wrought Butt welding Fittings



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

- **Normas Civiles**

Nº. Norma/Práctica	Descripción
	Comisión Federal de Electricidad “Manual de Diseño de Obras Civiles” Diseño por Sismo
	Comisión Federal de Electricidad “Manual de Diseño de Obras Civiles” Diseño por Viento
	Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto
ACI-318-2011	American Concrete Institute

- **Estándares y Normas de Aplicación para Proyectos en Telecomunicaciones, Instrumentación y Control**

Nº. Norma/Práctica	Descripción
NOM-001-SEDE-2012	Norma Oficial Mexicana Capítulo 8 – Sistemas de Comunicación
NOM-151-SCT1-1999	Interfaz a redes públicas para equipos terminales
Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL)	Cuadro nacional de distribución del espectro radioeléctrico
NMX-I-108-NYCE-2006	Telecomunicaciones – Radiocomunicación - Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso en Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz - Especificaciones, límites y métodos de prueba
NMX-I-248-NYCE-2008	Cableado estructurado genérico - Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales - Especificaciones y métodos de prueba
NMX-I-279-NYCE-2009	Cableado – cableado Estructurado – Canalización y espacios Para cableados de Telecomunicaciones en Edificios comerciales
ANSI/TIA/EIA-222-G.	Estándares de construcción de estructuras para torres y antenas de telecomunicaciones
ANSI/TIA/EIA-568-B	Estándar de cableado para edificios comerciales de telecomunicaciones
ANSI/TIA/EIA-606-A	Estándar para la administración de cableado
ANSI/TIA/EIA-607	Puesta a tierra y uniones en redes de telecomunicaciones
ITU-T K.27	Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra dentro de los edificios de telecomunicación
ITU-T G.651.1	Aplicaciones de fibra óptica multimodo para redes de acceso óptico
ITU-T G.652	Características de los cables y fibras ópticas mono-modo
ITU-T G.703	Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Nº. Norma/Práctica	Descripción
ITU-R P.530-15	Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa
IEEE-80-2000	Guía de seguridad para lo conexión a tierra de sub-estaciones
IEEE 802.3	Estándares de velocidad para redes LAN
IEC 60870	Sistemas y equipos de telecontrol
IEC 61158	Redes industriales de telecomunicación
IEC 61850	Sistemas y redes de comunicación en subestaciones

• **Normas de Aplicación para Seguridad en Centros de Trabajo**

Nº. Norma/Práctica	Descripción
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones y procedimientos de seguridad
NOM-009-STPS-2011	Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo
NOM-019-STPS-2011	Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene
NOM-021-STPS-1993	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadística
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró: G.R.M.	Revisó: E.A.A.	Revisión: C	Agosto 2018
--------------------	-------------------	----------------	----------------

N°. Norma/Práctica	Descripción
NOM-027-STPS-2008	Actividades de soldadura y corte - Condiciones de seguridad e higiene
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades
NOM-031-STPS-2011	Construcción - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo
NOM-100-STPS-1994	Seguridad - Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida - Especificaciones
NOM-101-STPS-1994	Seguridad - Extintores a base de espuma química
NOM-103-STPS-1994	Seguridad - Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida
NOM-104-STPS-2001	Agentes extinguidores - Polvo químico seco tipo ABC, a base de fosfato mono amónico
NOM-106-STPS-1994	Seguridad - Agentes extinguidores - Polvo químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio
NOM-113-STPS-2009	Seguridad - Equipo de protección personal - Calzado de protección - Clasificación, especificaciones y métodos de prueba
NOM-115-STPS-2009	Seguridad - Equipo de protección personal - Cascos de protección - Clasificación, especificaciones y métodos de prueba
API 6D	Specification for Pipeline Valves
API 421	Design and operation of oil-water separators
API 521	Pressure-relieving and Depressuring Systems
API 570	Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems
API 594	Dual Plate Check Valves
API 598	Valve Inspection and Testing
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 607/6FA	Fire Safe Ball Valve Manufacturer
API 609	Butterfly Valves: Double-flanged, Lug-and Wa
API 620	Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks
API 623	Steel Globe Valves - Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets
API 650	Welded Steel Tanks for Oil Storage



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró: G.R.M.	Revisó: E.A.A.	Revisión: C	Agosto 2018
--------------------	-------------------	----------------	----------------

N°. Norma/Práctica	Descripción
API 652	Linings of Aboveground Petroleum Storage Tank Bottoms
API 653	Tank inspection, repair and reconstruction
API 2000	Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks
API 2610	Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal & Tank Facilities
API RP 520	Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries
API RP 1004	Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 Tank Motor Vehicles
API RP 1632	Cathodic Protection of Underground Petroleum Storage Tanks and Piping Systems
API/EI 1581	Specification Summary
ASME B16.5	Pipe Flanges and Flanged Fittings
ASME B16.10	Face to face and end- to-end dimensions of valves
ASME B16.11	Forged fittings, socket-welding and threaded
ASME B16.47	Class 150 Series A Welding Neck Flanges
ASME B31	Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids
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
ASTM A193	Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications
ASTM A194	Standard Specification for Carbon Steel, Alloy Steel, and Stainless Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both
ASTM A325	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
ASTM B16.34	Valves - Flanged, Threaded and Welding End
ANSI B16.34	Valves and Fittings Package
ANSI B31.3	Process Piping Guide
ANSI B31.4	Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries
ANSI/ASME B36.10	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
EI 1540	Design, construction, commissioning, maintenance and testing of aviation fuelling facilities



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró: G.R.M.	Revisó: E.A.A.	Revisión: C	Agosto 2018
--------------------	-------------------	----------------	----------------

Nº. Norma/Práctica	Descripción
IEC 60079	Explosive atmospheres - Part 11: Equipment protection by intrinsic safety
IEC 60079	Explosive atmospheres - Part 29-2: Gas detectors - Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen
IEC 60849	Sound systems for emergency purposes
IEC61511	Functional Safety: Safety Instrument Systems For de Process Industry
IEEE 515	Standard for the Testing, Design, Installation, and Maintenance of Electrical Resistance Trace Heating for Industrial Applications
-	EN 1765 Rubber hose assemblies for oil suction and discharge services - Specification for the assemblies
-	Design and Construction Specification for Marine Loading Arms, 3rd. Edition. Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)
ISGOTT	International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals
SIGTTO ESD	Arrangements & linked ship shore systems
ISO 2929	Rubber hoses and hose assemblies for bulk fuel delivery by truck – Specification
ISO 8504-1	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface preparation methods - Part 1: General principles
ISO 10434	Bolted bonnet steel gate valves for the petroleum, petrochemical and allied industries
ISO 12944-1-8	Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
ISO 12944-5	Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems - Part 5: Protective paint systems
ISO 14313	Petroleum and natural gas industries - Pipeline transportation systems - Pipeline valves
ISO 14224	Petroleum, petrochemical and natural gas industries -- Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment
ISO 7240	Part 7: Point-type smoke detectors using scattered light, transmitted light or ionization
ISO 7240	Part 9: Test fires for fire detectors (Technical Specification)
ISO 7240	Part 10: Point-type flame detectors
ISO 7240	Part 16: Sound system control and indicating equipment
ISO 7240	Part 19: Design, installation, commissioning and service of sound systems for emergency purposes
NACE RP 0169	Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
NACE RP 0193	External Cathodic Protection of On-Grade Carbon Steel Storage Tank Bottoms
NACE RP 0285	Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Nº. Norma/Práctica	Descripción
NFPA 11	Standard for Low, Medium, and High-Expansion Foam
NFPA 13	Standard for the Installation of Sprinkler Systems
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 69	Standard on Explosion Prevention Systems
NFPA 407	Standard for Aircraft Fuel Servicing
NFPA	Fire Protection Handbook, Twentieth Edition 2008
UL 58	Standard for Steel Underground Tanks for Flammable and Combustible Liquids
UL 142	Standard for Steel Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids
UL 515	Standard for Electrical Resistance Trace Heating for Commercial Applications
UL 1316	Glass Fiber Reinforced Plastic Underground Storage Tanks for Petroleum Products, Alcohols, and Alcohol-Gasoline Mixtures
UL 1746	Standard for External Corrosion Protection Systems For Steel Underground Storage Tanks
USCG 33 CFR 154	Facilities transferring oil or hazardous material in bulk
USCG 46 CFR 39	Vapor control systems

Ubicación

La Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas se ubicará en la ciudad de Lázaro Cárdenas, al sureste del estado de Michoacán, justo en la frontera con el estado de Guerrero, que está delimitado por el río Balsas. En específico, dentro del Puerto Lázaro Cárdenas, el cual destaca por su actividad industrial y su creciente actividad comercial.

Coordenadas geográficas:

- 17°56'43.54" N
- 102°9'26.47" W

Altura sobre el nivel medio del mar: 6 m

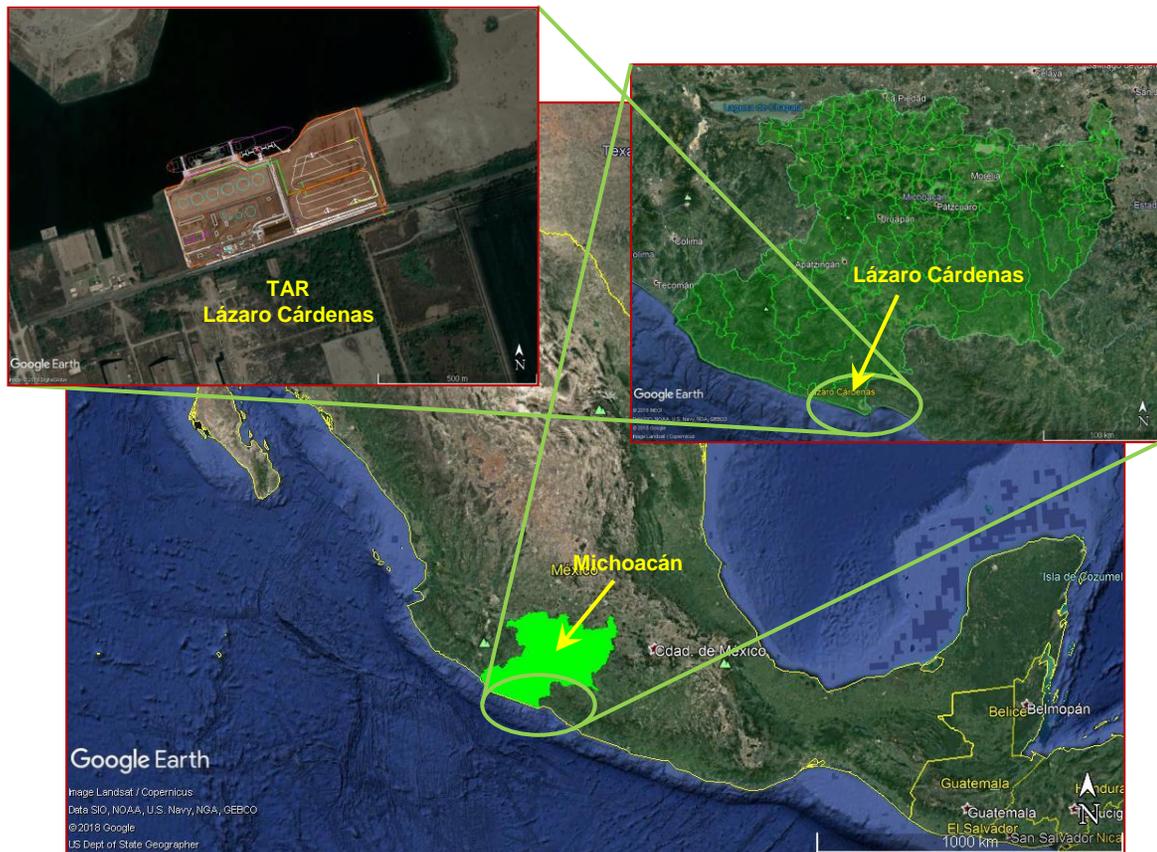


Figura 1. Ubicación de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas.

Ver Anexo I.1.1 (Plano de Localización)

Las principales vías de comunicación que servirán como vías de acceso y rutas de evacuación a la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas son:

- Boulevard de los Ríos
 - Extensión Avenida de las Bahías
 - Avenida de las Bahías
 - Boulevard de las Bahías
 - Avenida Lázaro Cárdenas
 - Avenida de las Islas
- Avenida de los Ríos
 - Carretera Manzanillo – Zihuatanejo
 - Francisco I. Madero
 - Heroica Escuela Naval Militar
 - Libramiento a Sicartsa
 - Melchor Ocampo



Figura 2. Vías de acceso y rutas de evacuación de la TAR Lázaro Cárdenas.

- | | |
|--|---|
| GN 24" Valtierra - Lázaro Cárdenas | DDV T.A.D. Lázaro Cárdenas - Agroindustrias |
| Combustoleoducto 20" TAD Lázaro Cárdenas - CFE Petacalco | Ferrocarril |
| Carreteras | |

Ver Anexo I.1.2 (Plano de Infraestructura)

Geología

Fallas geológicas

En el municipio de Lázaro Cárdenas existe una falla que se ubica al este del mismo, la trayectoria de la falla es de norte a sur y pasa por un costado de la localidad Guacamayas y la cabecera municipal. La distancia que hay entre la falla y la TAR Lázaro Cárdenas es de 4.11 km.



Figura 3. Fallas geológicas cercanas a la TAR Lázaro Cárdenas.

Falla geológica

Ver Anexo I.1.3 (Plano de Zonas de Inestabilidad)

Los corrimientos de tierra pueden ser provocados por terremotos, erupciones volcánicas o inestabilidad en las zonas circundantes, así como, explosiones causadas por el hombre. En el municipio de Lázaro Cárdenas, los deslizamientos son ocasionados principalmente por las lluvias torrenciales, ocasionando de manera directa afectaciones en algunas comunidades debido al tipo suelo y a la topografía del terreno, que pueden provocar pérdidas de vidas así como afectaciones económicas y sociales.

Corrimiento potencial a una distancia de 13.88 m.

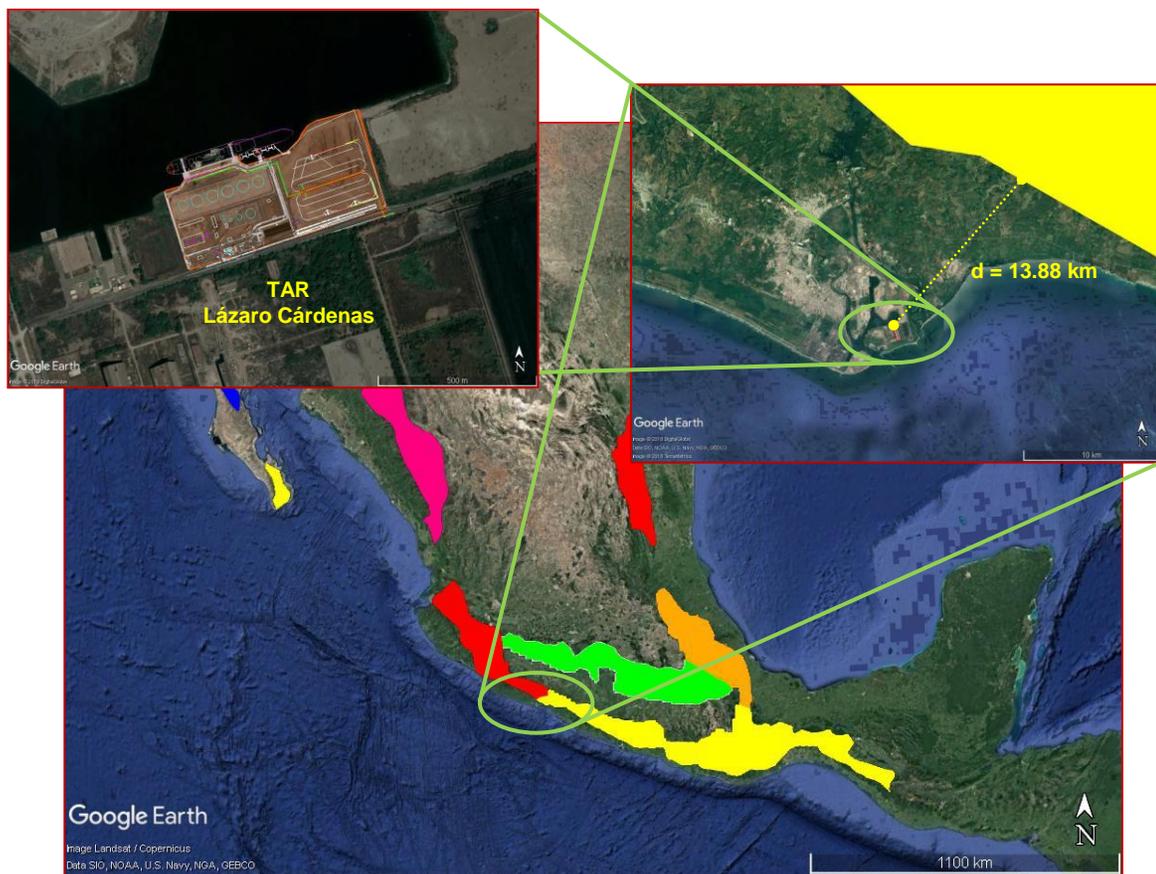


Figura 4. Zona susceptible a corrimientos de tierra alejada de la TAR Lázaro Cárdenas.

- | | | | | | |
|--|---------------------|--|-----------------|--|----------------------------|
| | Baja California Sur | | Baja California | | Golfo Cal – Chih - Durango |
| | Pacífico Norte | | Pacífico Sur | | Eje Neovolcánico |
| | Golfo de México | | Golfo Norte | | |

Ver Anexo I.1.3 (Plano de Zonas de Inestabilidad)

Hundimientos

Un hundimiento de tierra es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas de distintas características y pendientes.

Debido a la geomorfología del municipio de Lázaro Cárdenas, los hundimientos no presentan algún riesgo. La TAR Lázaro Cárdenas está a una distancia de 213.31 km del área de hundimientos como lo muestra la siguiente figura.

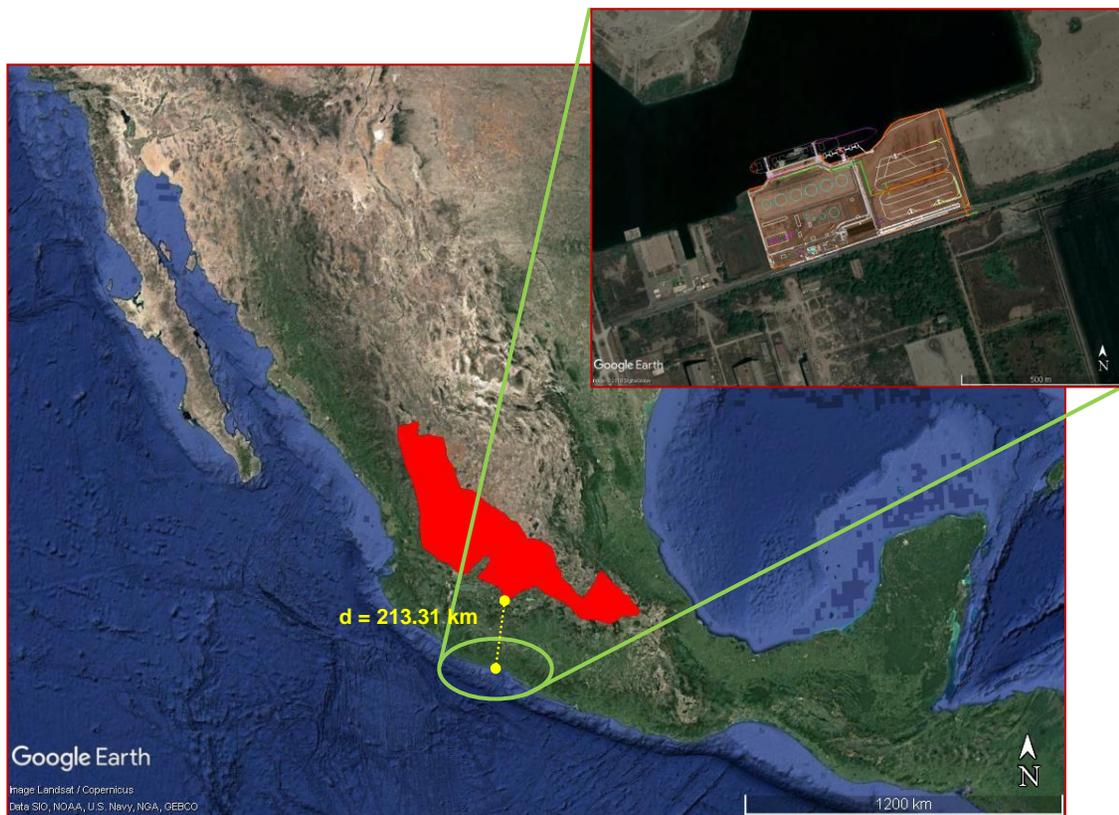


Figura 5. Zona susceptible a hundimientos alejada de la TAR Lázaro Cárdenas.

Zona de hundimientos

Ver Anexo I.1.3 (Plano de Zonas de Inestabilidad)

Sismicidad

Zonas sísmicas

Lázaro Cárdenas es una de las ciudades con mayor riesgo sísmico debido a que el municipio está en las costas del pacífico y cercano a la Placa de Cocos, la cual es una de las más activas en el territorio mexicano.

Además, está localizada en la zona en la cual hay registros de epicentros sísmicos con magnitudes mayores al 70 % de gravedad (zona D, de acuerdo al Sismológico Nacional), como lo muestra en la siguiente figura:

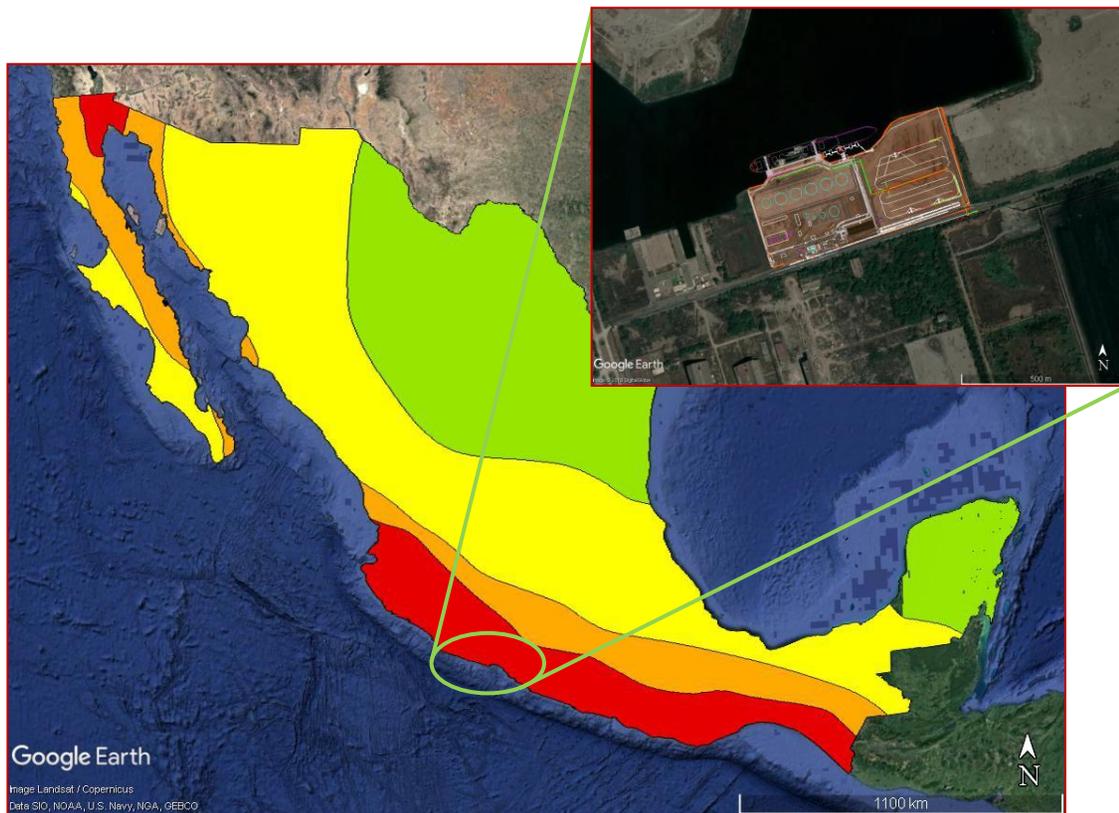


Figura 6. La TAR Lázaro Cárdenas ubicada en la Zona D (intensidad Alta).

- Muy baja (zona A)
- Baja (zona B)
- Mediano (zona C)
- Alto (zona D)

Ver Anexo I.1.4 (Plano de Sismicidad)

Escala de Mercalli

La escala sismológica de Mercalli es una escala de doce grados desarrollada para evaluar la intensidad de los terremotos a través de los efectos y daños causados a distintas estructuras.

La siguiente figura muestra que la TAR Lázaro Cárdenas está ubicada en la zona IX.

- **Grado IX (Muy destructivo).** Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios comunes bien construidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el terreno. Tuberías subterráneas rotas.

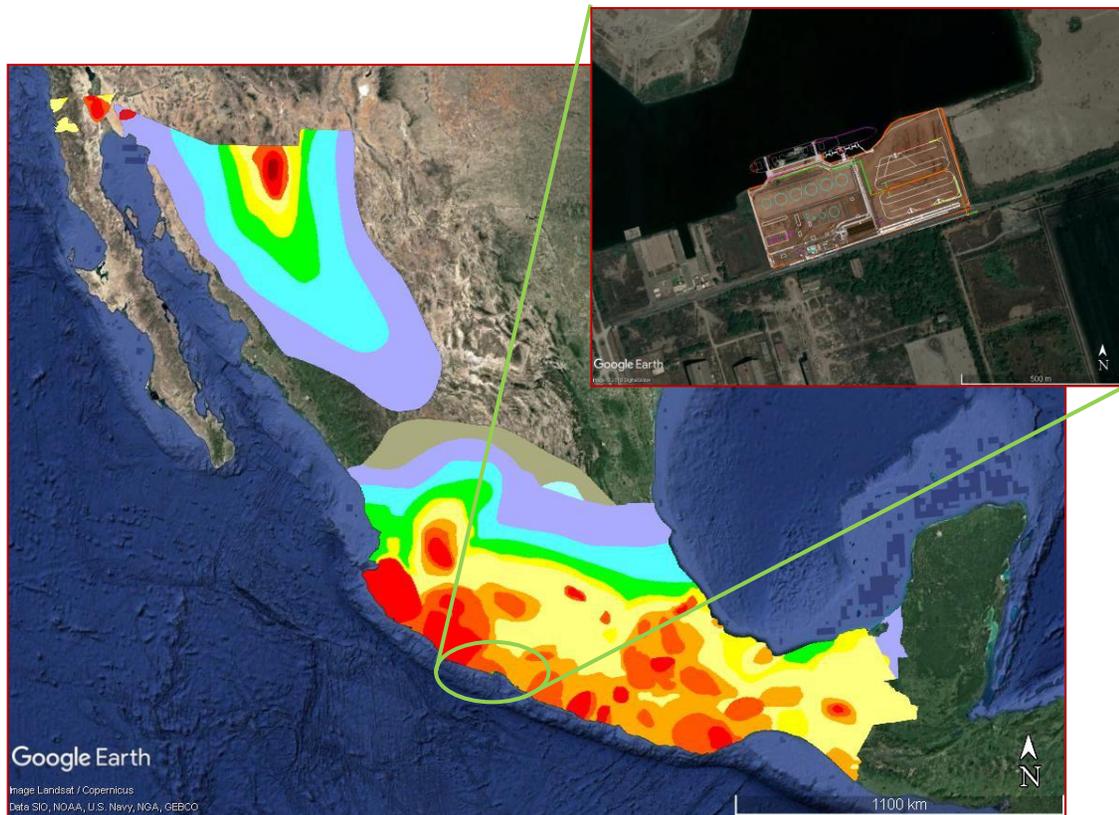


Figura 7. Escala de Mercalli en el área de la TAR Lázaro Cárdenas.

Ver Anexo I.1.4 (Plano de Sismicidad)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Tsunamis

La probabilidad de tsunamis en el municipio de Lázaro Cárdenas es alta, ya que está a orillas de las costas del Pacífico. Existen tsunamis locales, como lo que se producen en el Pacífico mexicano o remotos (lejanos), que pueden llegar de otros continentes.

La ocurrencia de un maremoto tipo A promedio, generará daños leves: afectación a vías férreas y vialidades en la zona cercana a la playa, y arena erosionada, transportada o depositada. No se espera que ocasione víctimas directas o indirectas.

La ocurrencia de un maremoto del tipo A extremo provocará inundaciones de 20 a 70 cm por sobre el nivel de tierra, en la franja costera. La zona portuaria e industrial presentaría daños de consideración en las siderúrgicas y en las instalaciones de la industria cercana a la misma.

Pueden existir víctimas y lesionados si no se cuenta con refugios adecuados o si no se evacúan con prontitud las zonas de riesgo.

La ocurrencia de un maremoto del tipo B extremo causará inundaciones de 70 cm a 1.90 m por sobre el nivel de tierra, en la franja costera, y de 10 cm a 1 m en la zona inmediata tierra adentro. Aproximadamente, un tercio del área ocupada puede ser afectada, con daños de mayores a menores según la cercanía de la zona portuaria e industrial a la costa con posible riesgo de derrame y dispersión de combustibles y/o incendios.

La isla de en medio sería cubierta totalmente por el agua, ocasionando un desastre extenso y grave a las instalaciones portuarias. Es probable que ocurran derrames y contaminación por sustancias tóxicas y reactivos químicos que se dispersen en el agua y aire.

Puede esperarse un mayor número de víctimas y lesionados que en los casos anteriores, en especial en la isla de en medio, si no se cuenta con los lugares de refugio adecuados o si no se desalojan con prontitud las zonas de riesgo.

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018



Figura 8. Tsunamis en el área de la TAR Lázaro Cárdenas.

 Locales

 Lejanos

Volcanes

El municipio de Lázaro Cárdenas se encuentra en el cinturón de fuego, sin embargo no hay volcanes que puedan afectar al mismo, en consecuencia, no hay afectación a la TAR Lázaro Cárdenas.

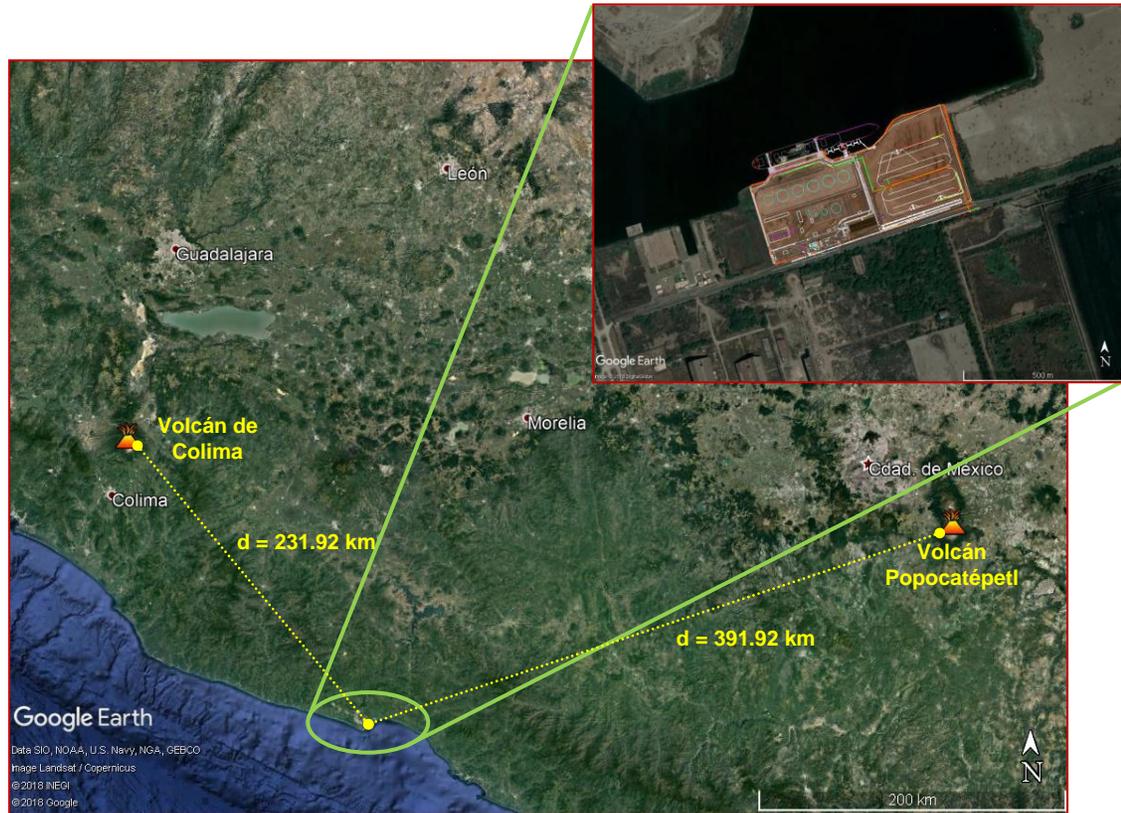


Figura 9. Principales volcanes activos alejados de la TAR Lázaro Cárdenas.



Volcanes

Cuerpos de agua

Un cuerpo de agua es una masa o extensión de agua, tal como un lago, mar u océano que cubre parte de la tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales.

La siguiente figura muestra los cuerpos de agua ubicados alrededor de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas:

- Río Balsas
- Bahía de Petacalco
- Dársena Norte
- Dársena Oriente
- Dársena Sur



Figura 10. Cuerpos de agua en la TAR Lázaro Cárdenas.

Cuerpos de agua

Ver Anexo I.1.6 (Plano de Edafología, Cuerpos de Agua, Regiones Hidrológicas)

Corrientes de agua

Las corrientes de agua son formadas cuando el agua está buscando un nivel más bajo de lo que está. La diferencia de altura por la distancia lateral, determina que tan rápido puede estar corriendo el agua.

La figura muestra las principales corrientes de agua cercanas a la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas:

- Río Balsas



Figura 11. Corrientes de agua cercanos a la TAR Lázaro Cárdenas.

Ver Anexo I.1.6 (Plano de Edafología, Cuerpos de Agua, Regiones Hidrológicas)

Tipo de suelo

EL tipo de suelo que predomina en el área donde estará la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas es mostrado en la siguiente figura, y enlistado a continuación:

- **Regosol:** suelos ubicados en diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.



Figura 12. Tipo de suelo en el área donde está la TAR Lázaro Cárdenas.

Ver Anexo I.1.6 (Plano de Edafología, Cuerpos de Agua, Regiones Hidrológicas)

Erosión de suelo

La erosión es el desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. La erosión implica movimiento, transporte de material, en contraste con la alteración y disgregación de las rocas, fenómeno conocido como meteorización y es uno de los principales factores del ciclo geográfico.

Las causas de la erosión de las playas son naturales o inducidas por las actividades humanas. La velocidad de erosión en las playas puede variar considerablemente en el espacio y en el tiempo. Así, los huracanes pueden tener una respuesta inmediata en la erosión de éstas. La TAR Lázaro Cárdenas está ubicada en una zona con degradación química como lo muestra la siguiente figura.

- **Degradación Química:** por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica. Causa: Sobrepastoreo / Actividades agrícolas.

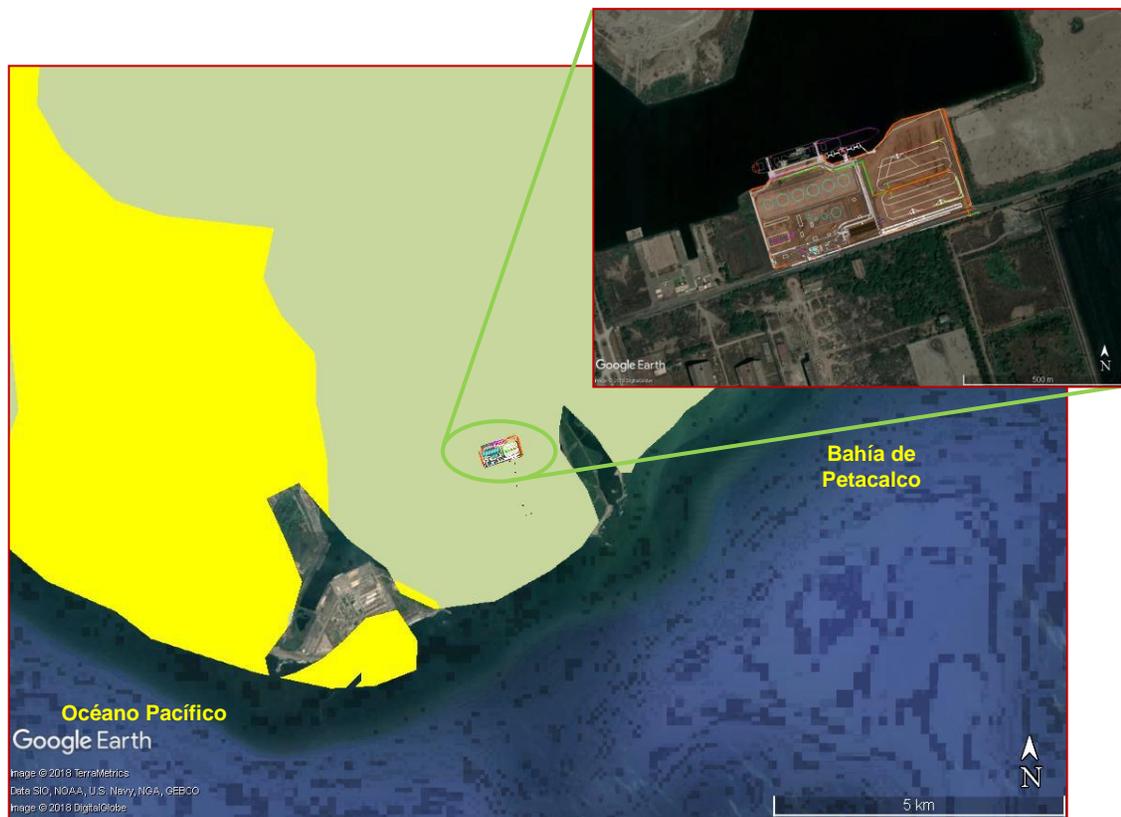


Figura 13. Erosión del suelo en el área donde está la TAR Lázaro Cárdenas.

- Degradación física
- Degradación química
- Erosión eólica
- Erosión hídrica

Población

La TAR Lázaro Cárdenas está ubicada a una distancia de 3.45 km aproximadamente de la población, sin embargo, se encuentra rodeada de industria y puertos marítimos como lo muestra la siguiente figura:



Figura 14. Población cercana a la TAR Lázaro Cárdenas.

Población

Ver Anexo I.1.9 y I.1.9.1. (Plano de Zonas Vulnerables)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Distancia: 3 km – 4 km	
Lázaro Cárdenas (Michoacán):	Centro, Sector Pesquero, Las Palmas, Los Lavaderos, 1er Sector de Fidelac
Distancia: 4 km – 5 km	
Lázaro Cárdenas (Michoacán):	Centro, Campamento Técnico CFE, 1, Ejidal, 1er Sector de Fidelac, La Corregidora, 2, Segundo Sector de Fidelac, Ceferino Bailón, Los Llanitos, Rio Balsas, El Rinconcito, Puentes Cuates
La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero):	El Naranjito, San Francisco
Distancia: 5 km – 6 km	
Lázaro Cárdenas (Michoacán):	Campamento Técnico CFE, La Corregidora, 2, Segundo Sector de Fidelac, Ejidal, Centro, 1er Sector de Fidelac, Rio Balsas, Los Llanitos, Ceferino Bailón, El Rinconcito, Puentes Cuates, Infonavit Nuevo Horizonte, Ejido Melchor Ocampo, José Green, El Sembrador, Las Arboledas, Lotes y Servicios, Bosques de la Arboleda, Jardines, Roma, Las Torres, Lirios, Del Carmen, Tulipanes, Solidaridad Nacional
La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero):	El Naranjito, 16 de Septiembre, 1 de Mayo, Centro
Distancia: 6 km – 7 km	
Lázaro Cárdenas (Michoacán):	La Corregidora, 2, Lotes y Servicios, Infonavit Nuevo Horizonte, Segundo Sector de Fidelac, Las Torres, Jardines, Lirios, Solidaridad Nacional, Tulipanes, Del Carmen, El Sembrador, El Mirador, 10 de Mayo, 3er Sector de Fidelac, 600 Casas, Infonavit Las Colinas, Gardenias, Los Llanitos, Independencia, San Juan Bautista, Popular Indeco, Nuevo Infonavit (11 de Julio), Marina 3, Independencia, Melchor Ocampo, El Palmar 77, Melchor Ocampo, Juan Francisco Noyola, Unidad 59 (Fovissste), Pescadores, Sin Nombre, Rivera Del Rio, Jarene
La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero):	Zacatula, Centro, 16 de Septiembre, 1º de Mayo, La Playa, 20 de Noviembre, 7 de Abril
Distancia: 7 km – 8 km	
Lázaro Cárdenas (Michoacán):	Sin Nombre, Rivera Del Rio, Popular Indeco, Jarene, 600 Casas, Nuevo Infonavit (11 de Julio), Las Palmas, Unidad 59 (Fovissste), Fovissste, Juan Francisco Noyola, El Palmar 77, Pescadores, El Limón (El Zancudo), Pie de Casa, Lomas de Bella Vista, Irekani, La Huerta, Víctor Manuel Tinoco Rubí, Unidad y Progreso, 13 de Septiembre, Puerto Pacifico, Bicentenario, El Cayacal, Vista Industrial, Lomas del Rio (Unidad 512, 5to Sector), 18 de Marzo, Cultura Purépecha, Taxistas, Del Bosque, Santa Rosa, La Joya, Bugambilias, 15 de Enero (Princesa de Orizaba), Ferrocarrilera, Aguamarina, Valle del Tecnológico, Las Camelinias 2, Las Camelinias, Samuel Ruiz, Polanco, Los Laureles, Los Poetas, América, Napoleón Gómez Sada, Viña del Mar, , Paraíso Sector 2, Los Llanitos, 2 de Febrero, Ignacio Allende, 3 de Mayo, Paraíso 1



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró: G.R.M.	Revisó: E.A.A.	Revisión: C	Agosto 2018
--------------------	-------------------	----------------	----------------

Distancia: 7 km – 8 km	
La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero):	Zacatula, Lomas Huaricho, 20 de Noviembre, 7 de Abril, La Playa
Distancia: 8 km – 9 km	
Lázaro Cárdenas (Michoacán):	Ferrocarrilera, Vista Industrial, Pie de Casa, Valle del Tecnológico, Las Camelinas 2, Napoleón Gómez Sada, Viña del Mar, Lucio Cabañas, 10 de Octubre, 3 de Mayo, Paraíso 1, Los Llanitos, 2 de Febrero, Ignacio Allende, Lomas del Tec., Los Ángeles, Lucio Cabañas, Paraíso, Las Truchas, Ignacio Allende, Praderas Verdes, Unidad Magisterial José Vasconcelos, Luis Donald Colosio, La Tabiguera, Los Girasoles, Comunal Morelos, San Miguel Arcángel, José María Morelos (San Isidro Labrador), Emiliano Zapata, Israel, Estibadores Crom, Los Manguitos, La Principal, 1o de Septiembre, México, 20 de Agosto, 1ro de Mayo, Paraíso 1, Puerto Real, Girasoles, Villa del Tecnológico, Benito Juárez, 82 Batallón de Infantería, Villa Hermosa, Renovación Sindical, 1o de Mayo, Benigno Trejo, Vista Hermosa, José María Morelos, La Laguna, Ignacio Zaragoza, Reforma, Puesta del Sol, La Estrella, La Florida, La Paz, Crom Camioneros, San Felipe de Jesús, Ricardo Flores Magón, La Orillita, La Orilla, Pista de Aeropuerto, José María Morelos, Bruno Cuevas
La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero):	Zacatula, Lomas Huaricho
Distancia: 9 km – 10 km	
Lázaro Cárdenas (Michoacán):	Ferrocarrilera, Puesta del Sol, Villa del Tecnológico, Benito Juárez, 82 Batallón de Infantería, La Estrella, La Florida, La Principal, Villa Hermosa, Reforma, Renovación Sindical, La Paz, Crom Camioneros, San Felipe de Jesús, Ricardo Flores Magón, La Orillita, La Orilla, Pista de Aeropuerto, Girasoles, José María Morelos, Bruno Cuevas, Camino Real, Montebello, Miguel Hidalgo, Benito Juárez 2, Condesa, Sta. Margarita, Quinta Alina, Flamings, Flamingo 2do Sector, Presidencial, Progreso, Insurgentes, Emiliano Zapata, El Triangulito, La Huerta, Revolución, El Rastro, Copalac, Leonardo Rodríguez Alcaine, Lindavista, La Libertad, Progreso Nacional, 17 de Octubre, Aeropuerto, Ejidal, Leandro Valle, 16 De Mayo, Revolución, Puente del Dique, Plutarco Elías Calles, Las Lomas, Lomas del Paraíso, Libertad, Flor de Abril Sector 1, Ernesto Zedillo, Hacienda El Veladero, Edén del Balsas, Antorcha Campesina, Flor de Abril Sector 2 B, Palmira, Guacamayas Comercial, Cerrito, Campamento Obrero, La Sarh, CFE La Loma (La Villita), Agrícola Gordiano Guzmán, Niños Héroe, Lázaro Cárdenas, Aníbal Ponce, Lomas Del Valle
La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero):	Las Tamacuas, Lomas Huaricho

Zonas Vulnerables

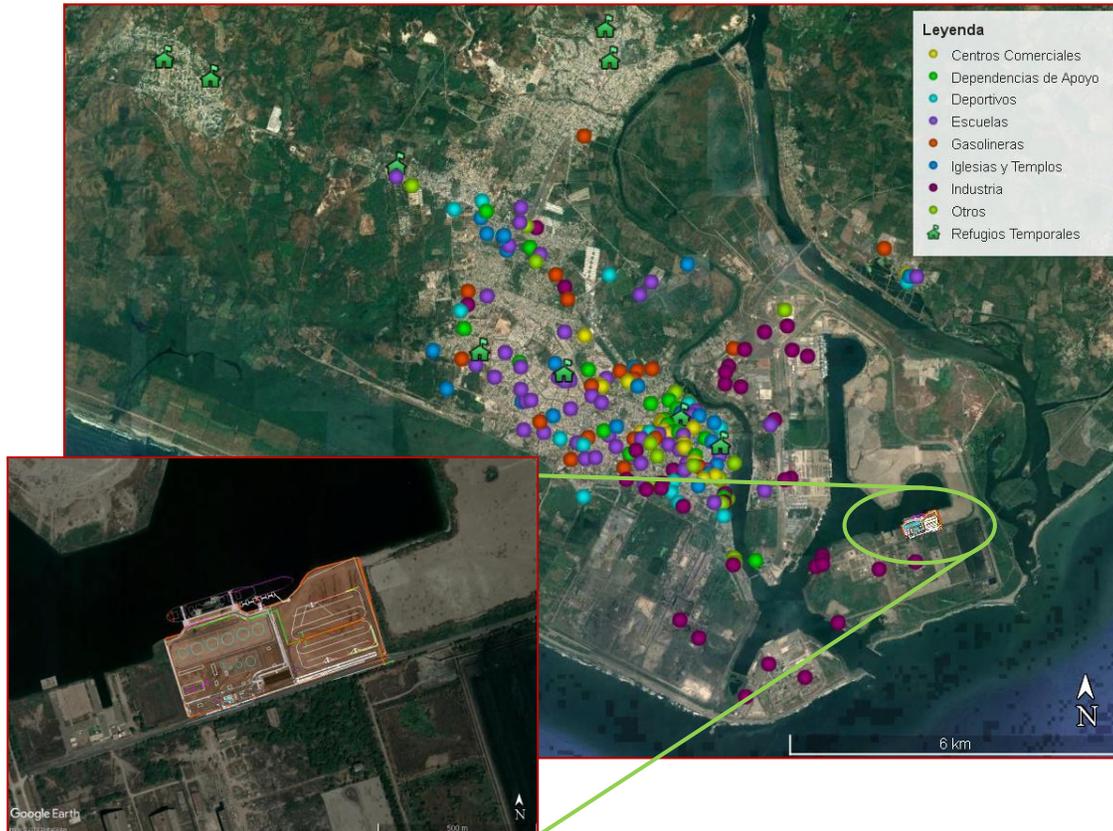


Figura 15. Zonas vulnerables cercanas a la TAR Lázaro Cárdenas.

Zona vulnerable	Distancia
 Dependencias de Apoyo	km
<i>Marina y Armada de México</i>	2.88
<i>Zona Naval Militar</i>	3.49
<i>Centro Médico Lázaro Cárdenas</i>	4.19
<i>Cruz Roja Mexicana IAP Delegación Lázaro Cárdenas</i>	4.15
Protección Civil	4.63
H. Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas	4.73
IMSS HGZ 12	4.88
Protección Civil Estatal Región 5	4.85
Subdelegación IMSS	4.97
Hospital General Lázaro Cárdenas SSA	5.05

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Zona vulnerable	Distancia
Hospital Regional Lázaro Cárdenas	5.31
Estancia de Bienestar y Desarrollo Infantil 115 ISSSTE	5.34
DIF	5.91
Hospital Naval Militar	6.60
Clínica IMSS No. 78	7.79
Cuartel de Seguridad Pública Municipal	8.68
44 Batallón de Infantería	8.96
Policía Federal Sector 67-XVI	9.71
 Iglesias y Templos	km
Templo de San José Obrero	3.77
Primera Iglesia Bautista	3.85
Comunidad de Dios	3.99
Iglesia Adventista del Séptimo Día	4.01
Iglesia de San Juan Bautista	4.13
IECE Lázaro Cárdenas (Templo)	4.43
Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días	4.70
Iglesia (Guerrero)	4.69
Convivencia Cristiana Emanuel (Sede Balsas)	4.74
Casa de Oración Lázaro Cárdenas	5.67
Iglesia Cristo Rey	5.72
Convivencia Cristiana Emanuel	5.89
Rhema Comunidad Cristiana	6.38
IAFCJ Asociación Religiosa Lázaro Cárdenas	6.87
Salón del Reino de los Testigos de Jehová	7.20
Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe	7.49
Convivencia Cristiana Emanuel Tec	8.87
Roca Fiel Misión Presbiteriana	8.99
Parroquia de la Santa Cruz	9.19
Iglesia Nacional Presbiteriana Bet El	9.20
Iglesia IECE	9.33
Parroquia Santa María de Guadalupe	9.46
Salón del Reino de los Testigos de Jehová	9.72

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Zona vulnerable	Distancia
Escuelas	km
Escuela Maquinaria Naval Marina	2.80
CetMar No. 16	3.26
Escuela Primaria Artículo 123 / 1o de Mayo	3.64
Primaria Federal López Rayón	3.78
Primaria Federal Melchor Ocampo	3.91
Escuela Lázaro Cárdenas	4.29
Instituto de Educación Antón Makarenko	4.30
Escuela Secundaria Técnica No. 12	4.50
Estancia Infantil de Lázaro Cárdenas	4.54
Escuela Primaria Federal 21 de Mayo	4.53
Colegio Jean Piaget	4.56
Escuela Primaria Federal Vicente Guerrero	4.65
Escuela Primaria Justo Sierra (Guerrero)	4.68
Primaria Federal Lázaro Cárdenas	4.72
Instituto Juárez	4.75
Guardería Edén de los Querubines	4.95
Secundaria José María Morelos y Pavón	4.95
Colegio Belisario Domínguez	5.10
ICEP Lázaro Cárdenas	5.22
Escuela Primaria Ignacio Zaragoza	5.30
Bachillerato de La Costa Michoacana	5.61
Universidad Contemporánea de las Américas	5.80
Escuela Primaria Benito Juárez	5.92
Secundaria Federal Ricardo Flores Magón	6.10
Preparatoria General Enrique Ramírez	6.13
Secundaria Técnica No. 110	6.24
CETIS 34	6.31
CECATI No. 70	6.34
UMSNH Campus Lázaro Cárdenas	6.59
Marina Universidad	6.59
Primaria Federal Justo Sierra	6.62

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Zona vulnerable	Distancia
Universidad Politécnica de Lázaro Cárdenas	6.82
CONALEP No. 35 Plantel Lázaro Cárdenas	6.90
Primaria Leona Vicario	6.95
Primaria Adolfo López Mateos	7.03
Secundaria Técnica Estatal No. 9	7.31
Secundaria Particular Anglo Mexicano	7.31
Escuela Mariano Michelena	7.34
Kínder Sandro de Mariano	7.43
Escuela Secundaria Técnica No. 131	7.58
Universidad de Desarrollo Profesional	7.73
Colegio Anglo de las Américas Lázaro Cárdenas	8.10
Escuela Primaria Francisco J. Mujica	8.10
Tecnológico Nacional de México (Instituto Tecnológico Lázaro Cárdenas)	8.51
Escuela Primaria Juan Rulfo	8.86
Escuela Secundaria Técnica No. 113	9.01
Colegio Voluntad de Acero	9.10
Colegio Voluntad de Acero - Secundaria	9.26
CECYTE 05	11.41
Industria	km
NKS	0.47
TAD Lázaro Cárdenas	0.85
RASP Lázaro Cárdenas	1.67
Muelle de Pemex	1.67
Terminal Portuaria Lázaro Cárdenas	1.71
Terminal de Fluidos	1.83
Terminal de Carbón	2.06
Terminal Portuaria de Contenedores	2.43
Hutchinson Ports LCT	2.52
Fertinal	3.20
Administración Portuaria Integral Lázaro Cárdenas, S.A. de C.V.	3.26
Acceso a Puerto Lázaro Cárdenas	3.29
Lázaro Cárdenas Multipurpose Terminal	3.48

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Zona vulnerable	Distancia
Capitanía Regional de Puerto de Lázaro Cárdenas	3.47
Lázaro Cárdenas Terminal Portuaria de Contenedores	3.49
LC Terminal de Carga de Contenedores II	3.75
APM Terminals	3.99
Mexmarine Services S.A. de C.V.	4.11
Patios de Almacenamiento y Servicios	4.19
Complejo Siderúrgico Las Truchas	4.19
Planta de Tratamiento de Aguas 1	4.29
Transportes Traslada	4.36
Torre de Acceso a Recinto Portuario	4.42
Alto Horno	4.48
GOMSA Servicios Aduanales	4.49
Aceros El Plateado S.A. de C.V.	4.50
Parque de la Pequeña y Mediana Industria	4.52
Pensión del API Lázaro Cárdenas	4.53
Área de Servicios Logísticos al Autotransporte (ASLA)	4.55
Grupo Modelo	4.63
Campamento CFE	4.64
ArcelorMittal Lázaro Cárdenas	4.90
Nissan	5.24
TRACSA	5.29
FAME Chevrolet Lázaro Cárdenas	7.75
Coca Cola	8.81
SIGMA Lázaro Cárdenas	9.09
Centros Comerciales	km
Plaza Pérgola	3.74
Elektra	3.92
Coppel	5.13
Mercado Hidalgo	4.43
Plaza Zirahuen	4.44
Plaza Lázaro Cárdenas	4.47
Mercado Municipal El Naranjito (Guerrero)	4.73

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Zona vulnerable	Distancia
Elektra	4.81
Plaza Tabachines	4.89
Tienda ISSSTE	4.96
Tienda IMSS	5.00
Bodega Aurrera	5.27
Supermercado	5.86
Coppel	6.24
Soriana	6.32
Plaza Las Américas	6.96
 Gasolineras	km
Gasolinera	4.06
Gasolinera	4.69
Gasolinera	4.99
Gasolinera (Guerrero)	5.22
Gasolinera	5.35
Gas Express Nieto	5.38
Gas Express	5.60
Gasolinera	5.80
Gasolinera	5.82
Gasolinera	6.08
Gasolinera	6.15
Gasolinera	6.35
Gasolinera	6.43
Gasolinera	7.07
Gasolinera	7.58
Gasolinera	8.01
Gasolinera	8.78
Gasolinera	9.20
Gasolinera	9.38
 Deportivos	km
Unidad Deportiva 1	3.45
Parque Plaza Uruapan	4.00

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Zona vulnerable	Distancia
Campo Torniquetes	4.28
Unidad Deportiva Lázaro Cárdenas	4.44
Unidad Deportiva	4.45
Campo de Futbol El Naranjito	4.59
Canchas Deportivas	4.71
Parque Familiar Erandeni	5.13
Campo Chivas	6.01
Parque Jesús Romero F.	6.19
Cancha de Futbol Rápido	6.63
Deportivo	7.25
Campo Estrella	9.16
Campo Flor de Abril	9.89
Eco Gool	10.21
 Otros	km
Teatro al Aire Libre	3.26
Malecón de la Cultura y las Artes	3.26
Pensión de Marina Armada de México	3.42
Club de Pesca Cayuco Río A.C.	3.49
Secretaría de Comunicaciones y Transporte	3.50
Biblioteca Municipal Álvaro Obregón	3.64
Central de Autobuses Lázaro Cárdenas	4.17
SAT Aduana de Lázaro Cárdenas	4.69
Servicio Nacional de Empleo	4.72
Terminal Individual de Rutas de Transportación Colectiva en Puertos, Aeropuertos y la Costa Michoacana, S.A. de C.V.	4.84
Auditorio Municipal	4.85
Secretaria de Desarrollo Rural	5.02
SAT	5.04
Lienzo Charro	8.44
Aeropuerto "General Lázaro Cárdenas del Río"	8.97
La Poderosa 95.7FM 920AM	11.09
 Refugios Temporales	km
Primaria Ignacio López Rayón	3.78



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Zona vulnerable	Distancia
Primaria Vicente Guerrero	4.65
CONALEP No. 35 Plantel Lázaro Cárdenas	6.92
Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas (ITLAC)	8.47
Secundaria Federal General Lázaro Cárdenas	10.08
IMCED	10.61
CECYTE 05	11.43
Secundaria Técnica No. 106	15.14
Primaria Emiliano Zapata	16.04
Secundaria Educación y Patria	20.00
Primaria República Argentina	20.60
Primaria Lázaro Cardenas	20.93
Primaria Lic. Benito Juárez	21.17
Primaria Rural Federal Lázaro Cárdenas	23.84
Primaria Francisco Villa	30.78
CECYTE CEMSAD 40	33.66
Primaria Primo Tapia	33.70
Primaria Rural Niño Artillero Zona 192	38.07
Primaria Dr. Jaime Torres Bodet	48.94
Jardín de Niños Carlo Magno	65.11
Primaria Reivindicación Petrolera	65.11

Ver Anexo I.1.9 y I.1.9.1. (Plano de Zonas Vulnerables)

Áreas naturales protegidas federales

La TAR Lázaro Cárdenas está alejada de las áreas naturales protegidas federales, como lo muestra la siguiente imagen:

- Pacífico Mexicano Profundo (30.78 km)
- Zicuirán-Infiernillo (31.81 km)

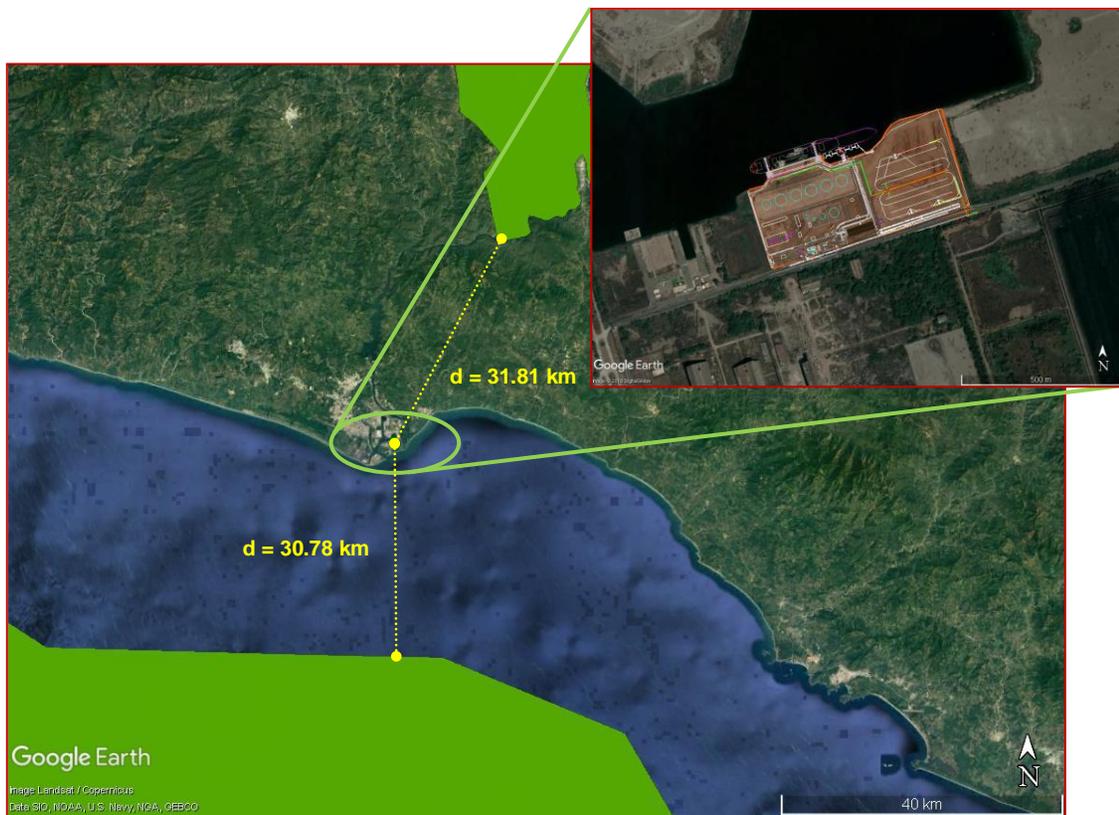


Figura 16. Distancia de las áreas naturales protegidas federales a la TAR Lázaro Cárdenas.

Área natural protegida federal

Ver Anexo I.1.7 (Plano de Áreas Naturales Protegidas)

Áreas naturales protegidas estatales

La TAR Lázaro Cárdenas está alejada de las áreas naturales protegidas estatales, como lo muestra la siguiente imagen:

- Volcán El Jorullo (116.16 km)
- Río Grande San Pedro (188.36 km)
- Sierra de Nanchititla (193.83 km)
- El Barrancón de las Guacamayas (146.68 km)
- La Chichihua (141.91 km)
- Lagunas Costeras y Serranías Aledañas de la Costa de Michoacán (pol 2) [172.02 km]

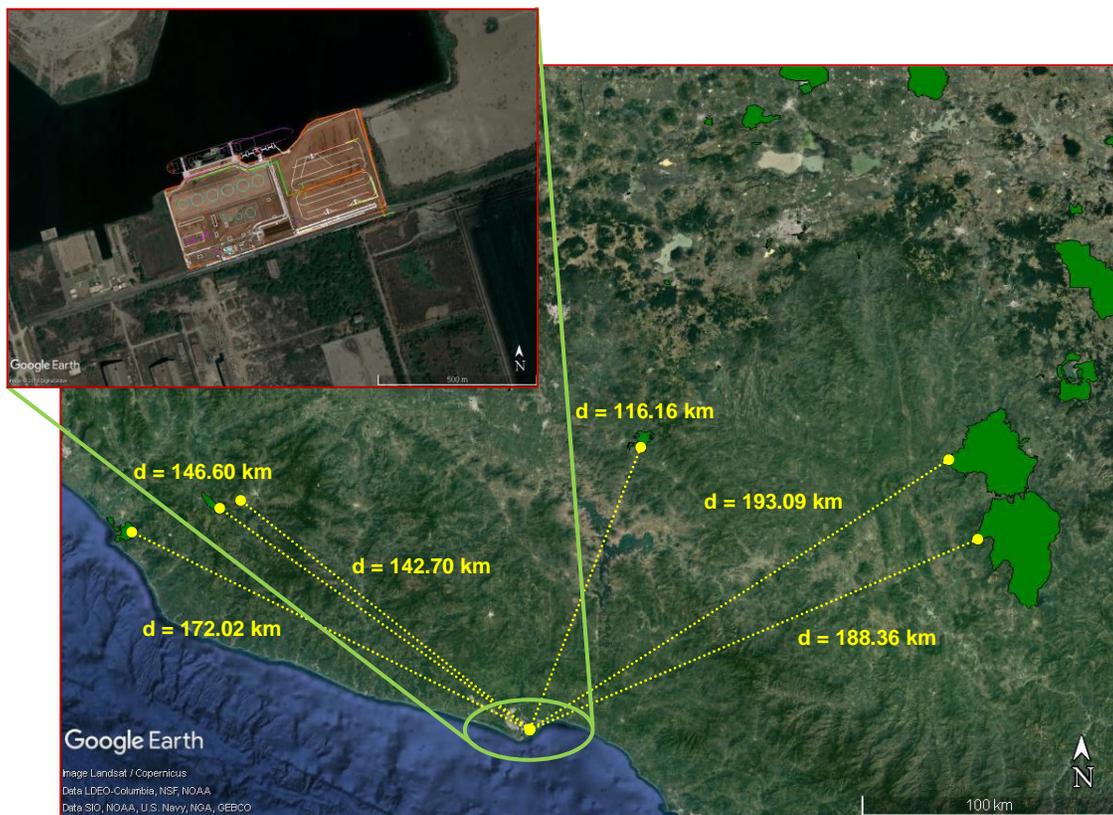


Figura 17. Distancia de las áreas naturales protegidas estatales a la TAR Lázaro Cárdenas.

Área natural protegida estatal

Ver Anexo I.1.7 (Plano de Áreas Naturales Protegidas)

Áreas naturales protegidas municipales

La TAR Lázaro Cárdenas está alejada de las áreas naturales protegidas municipales, como lo muestra la siguiente imagen:

- Zona Occidental de Microcuencas (343.51 km)
- Barranca Oblatos-Huentitán (328.65 km)
- Bosque Los Colomos (331.12 km)

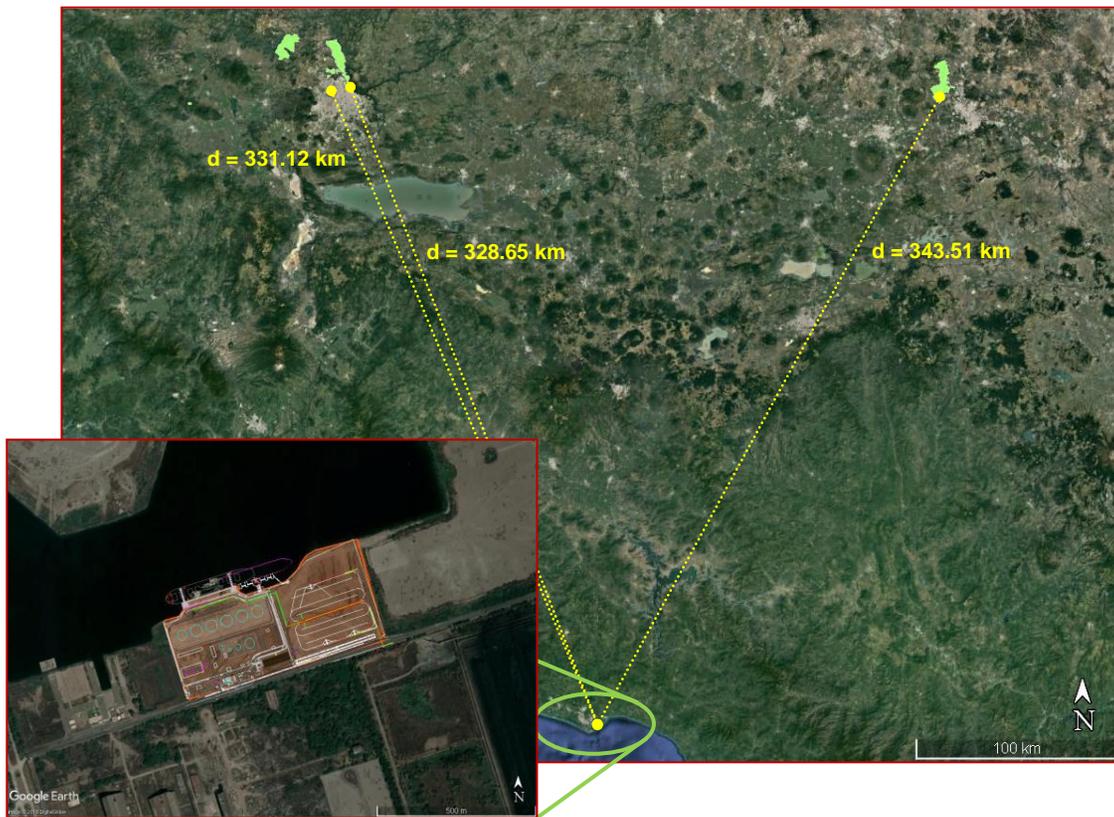


Figura 18. Distancia de las áreas naturales protegidas municipales a la TAR Lázaro Cárdenas.

■ Área natural protegida municipal

Ver Anexo I.1.7 (Plano de Áreas Naturales Protegidas)

Flora y fauna

Con base al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la TAR Lázaro Cárdenas y sus alrededores no tiene especies en riesgo, como lo muestra la siguiente figura:



Figura 19. Flora y fauna cercana a la TAR Lázaro Cárdenas.

Flora y fauna en riesgo

Estado	Michoacán	Estado	Guerrero
Municipio	Lázaro Cárdenas	Municipio	La Unión de Isidro Montes de Oca
Amenazada			
Murciélago hocicudo de curazao Murciélago hocicudo mayor		Murciélago hocicudo de curazao	
En peligro de extinción			
-		Tortuga golfina Tortuga marina escamosa del Pacifico	

Zonas de minería superficial o subterránea

La mina Las Truchas está ubicada a 27 km del complejo siderúrgico de Lázaro Cárdenas. Cuenta con los procesos de exploración, explotación y beneficio del mineral de hierro. Los minerales extraídos son enviados a través de un ferrocarril a las instalaciones de la planta peletizadora donde comienza el proceso siderúrgico. Actualmente, en este complejo minero, se explotan dos minas a cielo abierto, El Volcán y El Mango.

La Mina Las Truchas se localiza a una distancia de 25.08 km de la TAR Lázaro Cárdenas.



Figura 20. Minas cercanas a la TAR Lázaro Cárdenas.

Zonas mineras

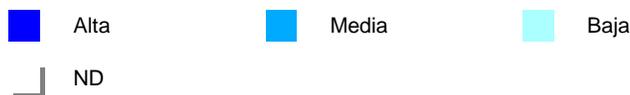
Zona de alto riesgo por inundación fluvial

Debido a la fisiografía de Lázaro Cárdenas y a la insuficiente infraestructura para abatir este fenómeno, las inundaciones son muy frecuentes por lo cual se considera un riesgo. Cabe mencionar que en la costa existen viviendas construidas de cartón, palma, lámina de cartón asfaltada, etc. Y es por esta razón que son más vulnerables ante este fenómeno.

La siguiente figura muestra que la TAR Lázaro Cárdenas está ubicada en una zona susceptible a inundación media.



Figura 21. Riesgo de inundación en el área de la TAR Lázaro Cárdenas.



Ver Anexo I.1.5 (Plano de Grado de Riesgos por Ciclones e Inundaciones)

Zonas de recarga crítica para acuíferos

La recarga a un acuífero puede definirse como el agua que alcanza las reservas subterráneas.

La TAR Lázaro Cárdenas está ubicada dentro del área del siguiente acuífero:

- Lázaro Cárdenas.



Figura 22. Acuíferos en la zona de la TAR Lázaro Cárdenas.

 Acuífero

Zonas arqueológicas

Una zona arqueológica es un lugar que preserva evidencia de actividades que han sucedido en el pasado (ya sean prehistóricas, históricas o casi contemporáneas).

La TAR Lázaro Cárdenas está alejada de zonas arqueológicas. La Soledad de Maciel está a 98.70 km de ésta.



Figura 23. Zonas arqueológicas cercanas a la TAR Lázaro Cárdenas.



Zona arqueológica

Ver Anexo I.1.9 y I.1.9.1. (Plano de Zonas Vulnerables)

Zonas de Patrimonio Cultural

La definición de patrimonio cultural de un pueblo, según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), comprende las obras de sus artistas, arquitectos, músicos, escritores y sabios, así como las creaciones anónimas surgidas del alma popular, y el conjunto de valores que dan sentido a la vida, es decir, las obras materiales y no materiales que expresan la creatividad de ese pueblo, la lengua, los ritos, las creencias, los lugares y monumentos históricos, la literatura, las obras de arte y los archivos y bibliotecas.

La catedral de Cristo Rey se localiza a 3.65 km de distancia de la TAR Lázaro Cárdenas, como lo muestra la siguiente figura:



Figura 24. Zonas de Patrimonio Cultural cercanas a la TAR Lázaro Cárdenas.



Zona cultural

Ver Anexo I.1.9 y I.1.9.1. (Plano de Zonas Vulnerables)

Los humedales son zonas en donde el agua es el principal factor que controla el ambiente, así como la vegetación y fauna asociada. Existen en donde la capa freática se encuentra cerca de la superficie del terreno o donde el terreno está cubierto por agua. Los humedales representan ecosistemas estratégicos y de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, por lo que es necesario llevar a cabo acciones para mantener sus características ecológicas.

La TAR Lázaro Cárdenas está fuera de los Sitios RAMSAR (la Laguna Costera El Caimán está a 6.53 km de distancia), como lo muestra la siguiente figura:



Figura 25. Sitio RAMSAR cercano a la TAR Lázaro Cárdenas.

Sitio RAMSAR

1.1.1. Proyecto civil

El desarrollo de la ingeniería civil, contempla las siguientes obras:

- Cimentaciones
 - Tanques
 - Equipos de proceso (bombas, recuperación de vapores, etc.)
 - Barda perimetral
 - Edificios
- Barda perimetral
- Circulación vehicular (pavimentos y asfaltos)
- Circulación peatonal (guarniciones y banquetas)
- Oficinas administrativas
- Oficinas área de muelle
- Subestación eléctrica
- Estacionamientos (administración)
- Sanitarios y vestidores
- Soportes de concreto
- Torre de control e inspección final
- Taller de mantenimiento
- Oficina y cobertizo contra incendio
- Diques de contención
- Sistema de drenajes

El proyecto se encuentra dividido en dos fases:

- Primer fase con una capacidad de almacenamiento de 535 MMb
- Segunda fase con una capacidad de almacenamiento de 1,130 MMb

Cada fase será construida con la infraestructura requerida en predios diferentes y separados solo por una vialidad, la capacidad total será de 1,665 MMb.

El incremento de capacidad será acorde a la demanda del mercado por lo que la infraestructura será construida en estas dos fases.

Tanques de almacenamiento

En los tanques de almacenamiento serán considerados pilotes de cimentación, rematando en la parte superior con un anillo tipo redondel que servirá como apoyo para los tanques.

El análisis y diseño geotécnico de las cimentaciones es realizado y respaldado de acuerdo a las conclusiones y recomendaciones contenidas en el estudio de mecánica de suelos.

El diseño de las cimentaciones es basado en los requerimientos de seguridad, la integración de las instalaciones al entorno, las solicitaciones de carga de las estructuras y equipos y en los espacios disponibles de acuerdo a la fase de ejecución.

Para el predio 1 (Fase I) los tanques considerados a instalar son:

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad nominal del tanque (b)	Producto
TV-01	Atmosférico techo fijo	80,000	Diésel
TV-02	Atmosférico techo fijo	80,000	Diésel
TV-03	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Premium
TV-04	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Regular
TV-05	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Regular
TV-06	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	55,000	Gasolina Regular
TV-07	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	55,000	Oxigenante
TV-08	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	20,000	Gasolina Premium
TV-09	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	5,000	Oxigenante

Tabla 1. Tanques de almacenamiento en fase I.

Los análisis definen la estabilidad de las cimentaciones propuestas bajo la acción de las cargas estáticas y dinámicas más desfavorables para cada caso particular, garantizando que no sobrepasen los estados límite de falla o de servicio.

Los tanques de almacenamiento, por sus características, son considerados para su cimentación con pilotes de concreto armado con un $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ armados con varillas corrugadas de acero con resistencia a la fluencia de $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$ apoyadas en los estratos resistentes del subsuelo, ligadas con contratraves interiores y exteriores de concreto armado con un $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$.

Las cargas de diseño sísmico son tomadas en cuenta por el sistema resistente a cargas laterales y evaluadas de acuerdo a las recomendaciones del manual de diseño de obras civiles diseño por sismo de la Comisión Federal de Electricidad.

Equipos de proceso y auxiliares

Entre los equipos de proceso y auxiliares considerados para la terminal de almacenamiento tenemos los siguientes:

❖ Equipos de proceso:

- Brazos de carga/descarga marino
- Bombas para carga de petrolíferos
- Tanques de almacenamiento
- Patines de medición

❖ Equipos auxiliares:

- Recuperación de vapores
- Sistema de aire de planta
- Aire acondicionado
- Tratamiento de efluentes:
 - ✓ Sistema de drenaje aceitoso con el equipo separador de agua-aceite (Fosa API)
 - ✓ Sistema de tratamiento de aguas negras
 - ✓ Sistema de drenaje pluvial

En todos estos sistemas que involucran equipos son analizadas las cargas de diseño sísmico por el sistema resistente a cargas laterales y evaluadas de acuerdo a las recomendaciones del manual de diseño de obras civiles, diseño por sismo de la Comisión Federal de Electricidad.

Los análisis definen la estabilidad de las cimentaciones propuestas bajo la acción de las cargas estáticas y dinámicas más desfavorables para cada caso particular, garantizando que no sobrepasen los estados límite de falla o de servicio.

El equipo de recuperación de vapores, los patines de medición, los patines de medición para llenaderas en auto-tanques y los equipos auxiliares son considerados equipos tipo paquete montados en patín estructural, por lo que el tipo de diseño considerado para su cimentación será definida una vez que se cuente con la información del proveedor, sin embargo, típicamente este tipo de equipos son resueltos con losas de cimentación por lo que es el primer criterio para su diseño.

Las bombas para carga de petrolíferos tendrán montadas sobre una base estructural, en su diseño de cimentación serán consideradas las cargas dinámicas además de las cargas mencionados anteriormente, para este tipo de bombas la manera típica de cimentación consiste en un diseño tipo bloque o bloque combinado.

Las especificaciones de los materiales a considerar en este tipo de cimentaciones es concreto armado con una resistencia de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ armadas con varillas corrugadas de acero con resistencia a la fluencia de $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$. En plantillas la resistencia será mínimo de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Los equipos paquete serán anclados a las cimentaciones, los pernos, roscas y cabezas de tuercas cumplirán con los requisitos de ASTM-307 Grado A, las arandelas son consideradas con ASTM 325.

Los perfiles estructurales de los equipos cumplirán con acero estructural A-36.

Barda Perimetral

La fase uno del proyecto cuenta actualmente con definición perimetral, cuenta con barda y cerco perimetral de malla ciclónica.

La fase dos del proyecto contempla barda perimetral compuesta de mampostería de block macizo de 12x20x40 cm pegados con mortero y aplanado en ambos lados de mortero, estos muros se cimentarán sobre zapatas corridas y muros de contención de concreto armado con un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ armados con varilla corrugada de acero con una resistencia a la fluencia de $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$. los elementos estructurales como castillos y trabes de cerramiento serán de concreto armado con un $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ armados con varilla de acero corrugada con un $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

En la parte superior la barda está compuesta con concertina cal. 12 de acero inoxidable con doble navaja de lámina cal. 22 enrollada en diámetros de 60 cm soportada mediante espadas en "V" y reforzado con alambre de púas galvanizado.

Oficinas administrativas, edificios eléctricos y cobertizos

Los edificios donde habrá personal permanente como edificio administrativo, caseta de vigilancia y cuarto de control la estructura principal será de concreto reforzado, estructura secundaria de mampostería y muros divisorios de tableros de yeso y paneles de cemento para áreas húmedas.

En cobertizos la estructura principal será de acero con techos de concreto y firmes de concreto armado reforzado.

En taller de mantenimiento y edificios eléctricos (subestación eléctrica y CCM) la estructura principal será de concreto reforzado, estructura secundaria de mampostería, con muros de block cerámico de 6x10x20 asentados con mortero cemento arena.

El concreto reforzado a utilizar en estructuras y losas será con una resistencia de $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ y varillas corrugadas de acero $f'y=4,200 \text{ kg/cm}^2$ con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$

Los firmes serán de Concreto reforzado $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ y malla electrosoldada con varillas de acero liso $f'y=5,000 \text{ kg/cm}^2$ con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$

Diques de contención

Los tanques de almacenamiento fueron ubicados dentro de diques cada uno de ellos cuenta con acceso peatonal hacia su interior mediante escaleras de concreto armado, drenaje aceitoso y pluvial, pasillos y escaleras para operación y mantenimiento de válvulas y cruce de tuberías a base de estructura metálica con rejilla electroforjada con pasamanos.

La intención de contar con los diques son los siguientes:

- Controlar el área de la superficie del líquido en caso de un derrame
- Evitar que el líquido llegue a una fuente de ignición
- En caso de incendio, evitar o disminuir el riesgo de que el fuego se propague a otras áreas o equipos
- Facilitar la recuperación del producto derramado

Características de los diques:

- Las paredes y pisos del dique son de concreto armado, con una resistencia de $f'c = 250$ kg/cm² y varillas corrugadas de acero $f'y = 4,200$ kg/cm² con un agregado máximo de 19 mm.
- El dique está diseñado para contener y resistir la presión lateral que le pueda ejercer el producto almacenado en los tanques.
- La capacidad en volumen del dique es mayor a la cantidad de líquido que puede derramarse del tanque más grande más el volumen que ocupan los demás tanques contenidos en este dique así como soportes tuberías etc., asumiendo el tanque lleno, adicional a esto el cálculo consideró un 20% más de la capacidad de almacenamiento del tanque mayor.
- La altura del dique desde el exterior se consideró como máxima de 1.80 m
- Los diques y pisos son de concreto con aditivos para cumplir la función de impermeabilidad.
- El piso del dique contara con una pendiente del 1% hacia fuera del tanque logrando con esto que en caso de lluvias o derrames de petrolíferos estos corran hacia las rejillas de los drenajes pluviales y su posterior clasificación al sistema aceitoso o pluvial.
- El dique que contiene los tanques cuenta con subdivisiones creando diques más pequeños por tanque con la finalidad de que en caso de un derrame, y este no sea total, pueda controlarse el volumen derramado por secciones, sin poner en riesgo todos los tanques.

Ver Anexo I.2.3.1 (Plano de Arreglo general)

I.1.2. Proyecto mecánico

Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento de productos petrolíferos son considerados tipo atmosféricos del tipo vertical, su diseño se basa en la norma API 650, la capacidad total de almacenamiento en la fase I se conforma por nueve tanques; TV-01, TV-02, TV-03, TV-04 y TV-05 con una capacidad nominal de 80 Mb cada uno, TV-06 y TV-07 con una capacidad nominal de 55 Mb, TV-08 con una capacidad nominal de 20 Mb. Y TV-09 con una capacidad nominal de 5Mb.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

En la fase II se conforma por ocho tanques; TV-10 con una capacidad nominal de 80 Mb y TV-11, TV-12, TV-13, TV-14, TV-15, TV-16 y TV-17 con una capacidad nominal de 150 Mb cada uno.

Los tanques presentan las siguientes características:

- Los tanques de almacenamiento de gasolinas y oxigenante, son del tipo cilíndricos verticales atmosféricos construidos bajo el sistema de membrana interna flotante y techo fijo.
- La membrana interna flotante cuenta con entrada hombre
- Los tanques de almacenamiento para diésel son del tipo cilíndricos verticales atmosféricos construidos bajo el sistema techo.
- Los tanques de almacenamiento son integrados con una entrada hombre en el cuerpo y en el techo, con la finalidad de realizar limpieza, revisiones y reparaciones en su interior.
- El tanque de almacenamiento cuenta con escaleras, plataformas y barandales en las zonas de acceso a boquillas de instrumentos y entradas hombre, con escalones antiderrapantes, las escaleras son circunferenciales al tanque y soportadas al mismo, los largueros son al piso.
- Son consideradas tomas de muestras e instrumentos.
- Todos los tanques se encuentran protegidos con un sistema de protección catódica mediante corriente impresa en el fondo de los tanques.
- Los tanques de almacenamiento contarán con calibración volumétrica (método óptico y método de flotación).
- Las bridas de las boquillas son de acuerdo a ASME B16.5 clase 150# cara realizada.
- Los tanques de almacenamiento incluyen protección anticorrosiva por el interior y exterior.
- Los tanques cuentan con boquilla para su drenado
- Cada tanque contará con un sistema de telemetría tipo radar de onda guiada que monitoreará el nivel del producto petrolífero y la cantidad de agua, temperatura y densidad del producto.
- Cuenta con sistemas de alarmas sonoras y visuales por bajo nivel, alto nivel y muy alto nivel
- Cuentan con boquillas de derrames

Los tanques de almacenamiento se localizan en un dique de concreto el cual se encuentra dividido internamente creando subdiques interiores para cada tanque, los tanques fueron ubicados para cumplir con las distancias de $1/6$ de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes, sin embargo las distancias entre tanques fueron consideradas mayores a las calculadas por labores de mantenimiento, seguridad y los propios diques intermedios. Todos los diques contarán con drenaje aceitoso y pluvial.

En el área de tanques se contará con sistema contra incendio a bases de espuma y agua, sistema de detección de fuego y mezclas explosivas.

En los tanques de almacenamiento son considerados los sistemas como “medidas adicionales de seguridad” como el sistema de monitoreo de fugas por el fondo (geomembrana).

Consideraciones de diseño y construcción

La siguiente tabla muestra los datos generales de cada tanque para la fase I:

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal (b)	Producto	Diámetro D (m)	Altura H (m)	Material
TV-01	Atmosférico techo fijo	80,000	Diésel	36.57	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-02	Atmosférico techo fijo	80,000	Diésel	36.57	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-03	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Premium	36.57	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-04	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Regular	36.57	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-05	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Regular	36.57	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-06	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	55,000	Gasolina Regular	30.48	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-07	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	55,000	Oxigenante	30.48	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-08	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	20,000	Gasolina Premium	18.28	12.19	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C
TV-09	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	5,000	Oxigenante	9.65	10.97	Cuerpo y fondo AC. C. ASTM A 283-C

Tabla 2. Datos generales en tanques de almacenamiento fase I

Cada tanque de almacenamiento contará con un dique de contención, drenaje pluvial y aceitoso.

El cálculo del tanque se considera lleno de agua a una temperatura de 16 °C con un peso específico de 1 kg/dm³. La tensión de cada anillo se calcula 12 pulg., arriba de la junta horizontal inferior en cuestión. En el cálculo de estos esfuerzos, el diámetro del tanque se toma como el diámetro nominal del anillo del fondo (1er anillo). Las cargas radiales aisladas sobre la envolvente del tanque tales como las causadas por cargas pesadas sobre las plataformas y pasarelas elevadas entre tanques, son distribuidas por secciones estructurales roladas preferentemente en posición horizontal.

Los espesores mínimos de las placas de las envolventes se calculan con los esfuerzos en las juntas verticales, una vez calculado el tanque es revisado por condiciones de estabilidad, revisando espesores por condiciones externas como viento y sismo.

A continuación se presentan los resultados preliminares de cálculos de espesores en tanques de la primera fase considerando ser diseñados bajo el código API-650, con una corrosión permisible de 1/16".

Para tanque de 150 Mb:

No.	Elemento	Ancho de placa (m)	Espesor (mm)
1	Fondo con placa de Ac.	2.44	19.05
2	Envolvente		
	Anillo 1	2.44	28.57
	Anillo 2	2.44	25.4
	Anillo 3	2.44	19.05
	Anillo 4	2.44	15.87
	Anillo 5	2.44	11.11
	Anillo 6	2.44	7.93
	Ángulos rigizadores	101.6	9.53
3	Cúpula		
	Placa de Ac.	2.44	6.35
	Vigas IPE 160	-	160*5
	Angulo 2"x2"x1/4"	-	6.35
4	Membrana *		
	Panel	2.44	6.35

Tabla 3. Dimensiones de materiales principales de tanque.

*.- No aplica para tanques de almacenamiento de diésel automotriz

Para tanque de 80 Mb:

No.	Elemento	Ancho de placa (m)	Espesor (mm)
1	Fondo con placa de Ac.	2.44	12.70
2	Envolvente		
	Anillo 1	2.44	19.05
	Anillo 2	2.44	15.88
	Anillo 3	2.44	12.70
	Anillo 4	2.44	9.53
	Anillo 5	2.44	7.94
	Ángulos rigizadores	101.6	9.53
3	Cúpula		
	Placa de Ac.	2.44	4.75

No.	Elemento	Ancho de placa (m)	Espesor (mm)
	Vigas IPE 160	-	160*5
	Angulo 2"x2"x1/4"	-	6.35
4	Membrana *		
	Panel	2.44	6.35

Tabla 4. Dimensiones de materiales principales de tanque.

*.- No aplica para tanques de almacenamiento de diésel automotriz

Para tanque de 55 Mb:

No.	Elemento	Ancho de placa (m)	Espesor (mm)
1	Fondo con placa de Ac.	2.44	12.70
2	Envolvente		
	Anillo 1	2.44	17.46
	Anillo 2	2.44	14.28
	Anillo 3	2.44	11.12
	Anillo 4	2.44	9.53
	Anillo 5	2.44	7.94
	Ángulos rigizadores	101.6	9.53
3	Cúpula		
	Placa de Ac.	2.44	4.75
	Vigas IPE 160	-	160*5
	Angulo 2"x2"x1/4"	-	6.35
4	Membrana		
	Panel	2.44	6.35

Tabla 5. Dimensiones de materiales principales de tanque.

Para tanque de 20 Mb:

No.	Elemento	Ancho de placa (m)	Espesor (mm)
1	Fondo con placa de Ac.	2.44	9.52
2	Envolvente		
	Anillo 1	2.44	11.12

No.	Elemento	Ancho de placa (m)	Espesor (mm)
	Anillo 2	2.44	9.53
	Anillo 3	2.44	7.94
	Anillo 4	2.44	7.94
	Anillo 5	2.44	7.94
	Ángulos rigizadores	101.6	9.53
3	Cúpula		
	Placa de Ac.	2.44	4.75
	Vigas IPE 160	-	160*5
	Angulo 2"x2"x1/4"	-	6.35
4	Membrana		
	Panel	2.44	6.35

Tabla 6. Dimensiones de materiales principales de tanque.

Para tanque de 5 Mb:

No.	Elemento	Ancho de placa (m)	Espesor (mm)
1	Fondo con placa de Ac.	2.44	7.92
2	Envolvente		
	Anillo 1	2.44	7.94
	Anillo 2	2.44	7.94
	Anillo 3	2.44	7.94
	Anillo 4	2.44	7.94
	Anillo 5	2.44	7.94
	Ángulos rigizadores	101.6	9.53
3	Cúpula		
	Placa de Ac.	2.44	6.35
	Vigas IPE 160	-	160*5
	Angulo 2"x2"x1/4"	-	6.35
4	Membrana		
	Panel	2.44	6.35

Tabla 7. Dimensiones de materiales principales de tanque.

Materiales de construcción

Fondo

Será formado con placas de acero al carbón ASTM A-283-C, las placas serán tendidas, conformadas y soldadas según diseño, en forma plana sobre la base del tanque para formar el recipiente.

Envolvente

Será el cuerpo del tanque cilíndrico vertical con el desarrollo circular de las placas de acero al carbón ASTM A-283-C, las placas serán roladas y desplantadas sobre la base del fondo.

Techo o Cúpula

Los tanques para gasolinas, diésel automotriz y oxigenantes serán construidos con techo fijo cónico mediante placas de acero al carbón ASTM A-283-C.

Placa de solapas

Las placas de solapas serán de acero al carbón ASTM A-283-C.

Ángulo de coronamiento y Vigas de refuerzo

El ángulo de coronamiento será construido de acero al carbón ASTM A-36.

Escalera y plataforma de operación aérea

Los tanques contarán con escalera helicoidal, plataforma de operación y barandal superior para la inspección de instrumentos y labores de inspección y mantenimiento. El material debe ser como mínimo ASTM-A-36, en los siguientes elementos:

- Pasamanos en escalera: Tubo de 1 ½" ced. 30
- Postes en escalera: ángulo de 3" x 3/8" x 1"
- Guarda longitud intermedia en escalera: solera de 2" x ¼"
- Guarda longitud inferior en escalera: solera de 3" x ¼"
- Pasamanos de barandal superior: tubo de 1 ½" ced. 30
- Postes de barandal superior: ángulo de 3" x 3/8" x 1"
- Guarda longitud intermedia en barandal superior: solera de 2" x ¼"
- Guarda longitud inferior en barandal superior: solera de 3" x ¼"

Cuellos de boquillas

Los cuellos de boquillas serán utilizados para la unión entre las paredes del tanque de almacenamiento y las bridas de las boquillas, estos serán de acero al carbón ASTM A-106 B/ASTM A-36

Bridas

Serán de acero al carbón ASTM A-105 bajo la especificación ASME B16.5



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Soldadura

De acuerdo a la especificación ASW 5.1, electrodos E60 y E70.

Membrana interna flotante

Está formada por un panel, tuberías y/o pontones de aluminio y sellos perimetrales, que permiten la flotabilidad del techo sobre el líquido contenido en el tanque y el libre ascenso y descenso durante el llenado o vaciado.

Equipos de proceso

Dada la operación simple de la terminal, consideramos como equipos de proceso clave de la terminal los brazos de carga/descarga marinos, el sistema de almacenamiento mediante tanques atmosféricos, el sistema de bombeo (equipo dinámico) de las llenaderas de auto-tanques y carro-tanques y los patines de medición.

Brazo de carga/descarga marino

Los petrolíferos serán entregados a la terminal de almacenamiento por medio de buque-tanque, para esto se dispone de un muelle, este cuenta con un área de operación donde se localizará el brazo de carga/descarga marino móvil. La terminal contará con un brazo de 12" d.n. para descargar un flujo de 300Mbd, en el brazo será descargada la gasolina Premium, regular y oxigenantes y después de un vaciado y purgado podrá ser utilizado para la descarga de diésel.

Las características principales del brazo es que cuenta con una conexión triple giratoria bridada para conexión al manifold del buque-tanque, esta conexión será realizada de manera manual y es de este tipo para absorber los diferentes desplazamientos que puedan generarse en el buque-tanque debido, por ejemplo; a la marea, adicionalmente el brazo cuenta con un sistema de liberación de emergencia con bloqueo automático para evitar derrames de producto.

La operación del brazo será manual/hidráulica por lo que cuenta con una unidad de potencia hidráulica y alimentación eléctrica para las bombas de fluido hidráulico.

Equipo mecánico dinámico

El diseño del equipo mecánico dinámico (bombas) fueron seleccionadas de acuerdo a los requerimientos de flujo en llenaderas de autotanques.

Bombas para el uso en los productos petrolíferos son del tipo centrífugas con succión lateral de un solo paso tipo OH2 con una capacidad nominal de 500 gpm por llenadera-producto.

La clase de las bridas de las bombas centrífugas para productos petrolíferos en la succión y descarga son con base en la especificación API, con una clase mínima de 300#. Los sellos mecánicos de las bombas que manejen hidrocarburos son dobles, de cartuchos balanceados y con capacidad de manejar gasolinas con MTBE de 12.7% masa y etanol anhidro del 5.8 % volumen.

^{1 1} Fuente: Comisión Reguladora de Energía. (12/05/2016). Acuerdo por el que la Comisión Reguladora de Energía ordena la publicación del proyecto de norma oficial mexicana PROY-NOM-016-CRE-2016, "Especificaciones de Calidad de los Petrolíferos". DOF-Diario oficial de la Federación, 8.

Los Motores eléctricos fueron considerados con diseños a prueba de explosión de eficiencia Premium.

Patines de medición

Los sistemas de medición serán requeridos para transferencia de custodia, estos son localizados para la recepción del producto por buque-tanque, en el área de llanaderas por auto-tanque y en el área de llanaderas por carro-tanque.

Los patines de medición se encuentran integrados al sistema de control supervisor lo que permitirá controlar y monitorear los elementos integrantes del patín.

Medición en llanaderas de autotanques

El sistema cuenta con 9 islas de despacho de producto con una posición de carga cada una.

Cada posición cuenta con la siguiente instrumentación:

- Válvula de bloqueo
- Filtro tipo canasta
- Medidor de flujo
- Válvula electrohidráulica operada por solenoides
- Elemento de temperatura RTD
- Detector de conexión a tierra
- Sistema automático de control de llenado
- Unidad de control local

La HMI de la unidad de control local trabaja en modo automático, teniendo datos de registro del cliente como: número de unidad, orden del día, volumen demandado por el cliente, etc. los datos de hora y fecha son ajustados de manera automática, estableciendo una sincronía de reloj en la red local.

Para despachar el producto, el operador de la unidad ingresa el volumen demandado a la unidad de control local, que posteriormente envía señales de control de apertura al sistema de la válvula electrohidráulica para abrirla por medio de los solenoides. Al mismo tiempo, el medidor de flujo y el sensor de temperatura envían el reporte de la medición en tiempo real a la unidad de control local quien realiza los cálculos del volumen a partir del flujo y la corrección por temperatura. Cuando el volumen registrado a partir de los cálculos del flujo sea próximo al volumen demandado, la unidad de control local envía la señal de cierre a los solenoides, permitiendo el cierre de la válvula por pasos. El sistema cierra completamente cuando el volumen calculado sea igual al volumen demandado.

Una vez realizado el proceso de llenado del auto-tanque, la unidad de control local envía el reporte de venta al Sistema de Control Supervisor, con los datos del cliente y el volumen cargado para realizar la factura de venta.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Medición en descarga de buquetanques

Las instalaciones de la terminal cuentan con un sistema de medición propio con altos rangos de precisión y exactitud, independiente del sistema de medición del buque-tanque.

La instrumentación requerida en los patines de medición es la siguiente:

- Transmisor de presión
- Transmisor de temperatura
- Transmisor de flujo
- Transmisor de presión diferencial
- Computador de flujo
- Válvulas de seguridad

Su función es reportar las variables de presión, presión diferencial, temperatura y flujo mediante la instrumentación instalada en el patín de medición de despacho del producto. El computador de flujo, que opera en modo lectura, recibe la información de las variables y realiza los cálculos para determinar el volumen y el flujo de producto despachado. Para este caso, el computador de flujo reporta los cálculos realizados al Sistema de Control Supervisor.

Servicios auxiliares

La infraestructura adicional a los sistemas principales de proceso son considerados como servicios auxiliares, dentro de estos sistemas para la terminal de almacenamiento consideramos la recuperación de vapores, el sistema de drenaje aceitoso (separador agua-aceite), y sistemas que aun cuando no son parte del proceso son considerados como auxiliares como aire de planta, tratamiento de aguas negras y un sistema que por las características geográficas y climatológicas de la ubicación de la terminal consideramos necesario mencionar ya que además de generar un ambiente confortable genera atmosferas de presión positiva en sitios tripulados evitando entrada de atmosferas peligrosas a estos.

Sistema de aire acondicionado y ventilación HVAC

Sistemas de aire acondicionado y ventilación fueron considerados en los siguientes edificios y áreas:

Edificio	Local	Tipo de sistema
Oficinas Administrativas y Cuarto de Control	Todas los espacios que conforman el interior de las oficinas administrativas	Aire acondicionado con presión positiva.
	SITE (Centro de Telecomunicaciones)	Aire acondicionado con presión positiva.
	Sanitarios	Ventilación natural y/o extracción mecánica.
Taller de mantenimiento	Oficina jefe de mantenimiento	Aire acondicionado.
	Taller	Ventilación natural y/o extracción mecánica.
Cuarto de retención de muestras (laboratorio)	Bodega de muestras en General	Ventilación mecánica, presión negativa (extractor).
	Sanitarios	Ventilación natural.
Subestación Eléctrica	Cuarto de tableros y CCM's	Ventilación mecánica (Sistema de aire forzado), presión positiva
	Cuarto de baterías	Ventilación mecánica, presión negativa (extractor).
Baños y vestidores generales	Regaderas, vestidores, casilleros, sanitarios hombres y mujeres	Ventilación natural.
Torre de control y revisión final	Jefatura-Área de operadores	Aire acondicionado y Ventilación mecánica con presión positiva.
	Cuarto SFI	Aire acondicionado y Ventilación mecánica con presión positiva.
	Sanitarios	Ventilación natural.
Caseta de vigilancia	Caseta de vigilancia	Aire acondicionado y Ventilación mecánica con presión positiva.
	Sanitarios	Ventilación natural.

Tabla 8. Sistema de acondicionamiento de aire por instalación.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

a). Extintores

La Terminal de Almacenamiento y Reparto, API Lázaro Cárdenas será construida en dos fases y para cada una de ellas es necesario determinar el grado de riesgo, el área por cubrir por los extintores propuestos de acuerdo al grado de riesgo del incendio. Determinar distancia máxima entre dos extintores manuales y el número de extintores manuales por cada zona o área exterior y edificios.

- **Clasificación de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010**

Para determinar el grado de riesgo de incendio dentro de la terminal nos referiremos a la tabla A1 de la norma NOM-002-STPS-2010 seleccionando de las mismas, las características que más se apeguen a las de la terminal.

Concepto	Riesgo de incendio	
	Ordinario	Alto
Superficie construida en m ²	Menor de 3 000	Igual o mayor de 3 000
Inventario de gases inflamables, en litros	Menor de 3 000	Igual o mayor de 3 000
Inventario de líquidos inflamables, en litros	Menor de 1 400	Igual o mayor de 1 400
Inventario de líquidos combustibles, en litros	Menor de 2 000	Igual o mayor de 2 000
Inventario de sólidos combustibles, incluido el mobiliario del centro de trabajo, en kilogramos	Menor de 15 000	Igual o mayor de 15 000
Materiales pirofóricos y explosivos en kilogramos	No aplica	Cualquier cantidad

Tabla 9. Determinación del grado de riesgo de incendio

Teniendo en cuenta que la TAR Lázaro Cárdenas, en la primera etapa tendrá una superficie construida de más de 3,000 m² con una capacidad nominal de 535 Mb de almacenamiento, en ella se realizarán operaciones de llenado de auto-tanques; y que los sólidos combustibles, incluido el mobiliario es mayor a 15,000 kilogramos, la terminal puede catalogarse como un riesgo Alto.

- **Grado de riesgo según la norma NFPA 10**

- **Riesgo Leve (bajo).** Lugares donde el total de material combustible de clase A que incluyen muebles, decoración y contenidos, es de menor cantidad. Estos pueden incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clase, Iglesias, salones de asambleas, etc. Están incluidas también pequeñas cantidades de inflamables de la clase B utilizado para máquinas copiadoras, departamentos de arte., etc., siempre que se mantengan en envases sellados y estén seguramente almacenados
- **Riesgo Ordinario (moderado).** Lugares donde la cantidad total de combustible de clase A e inflamables de clase B están presentes en una proporción mayor que la esperada en lugares con riesgo leve (bajo). Estas localidades podrían consistir en comedores, tiendas de mercancía y el almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de exhibición de autos, parqueaderos, taller o mantenimiento de áreas de servicio de lugares de riesgo menor.
- **Riesgos Extra (alto).** Lugares donde la cantidad total de combustible de clase A, e inflamables de clase B están presentes, en almacenamiento, en producción y/o como productos terminados, en cantidades sobre y por encima de aquellos esperados y clasificados como riesgos ordinarios (moderados). Estos podrían consistir en talleres de carpintería, reparación de vehículos, reparación de aviones y buques, salones de exhibición de productos individuales, centro de convenciones, exhibiciones de productos, depósitos y procesos de fabricación tales como: pintura, inmersión, revestimiento, incluyendo manipulación de líquidos inflamables.

Teniendo en cuenta lo planteado por la norma NFPA10 en cuanto a la clasificación de los riesgos podemos concluir que la terminal se considera con un grado de riesgo de incendio Extra (alto).

- **Clasificación de los tipos de fuego de acuerdo a la norma NFPA 10**

- **Clase A:** Fuego de materiales combustibles ordinarios como madera, papel, textiles, caucho, plásticos
- **Clase B:** Fuego de líquidos inflamables, líquidos combustibles, petróleo, grasas, alquitrán, aceites, pinturas con base de aceite, solventes, laca, alcoholes y gases inflamables
- **Clase C:** fuego que envuelven equipos eléctricos
- **Clase D:** Fuegos en metales combustibles como Magnesio, Titanio, Circonio, Sodio, Litio y Potasio
- **Clase K:** Fuegos en aparatos de cocina que involucren un medio combustible para cocina (aceites minerales, animales y grasas)

- **Tipos de extintores**

La selección del tipo de extintor, es con base en el resultado de un análisis de las ventajas y desventajas de los diferentes tipos disponibles, algunas características de los extintores que son tomadas en cuenta son las siguientes:

- **Extintores de agua.** Este tipo de extintor es empleado como auxiliar para operaciones de soldadura y corte, protección de edificios en lugares remotos y para uso en la industria de la construcción. Puede llenarse fácilmente de cualquier suministro de agua conveniente y relativamente limpia, se pueden usar sin necesidad de presurización y son fáciles de mantener.
- **Extintores de incendio AFFF y FFFP.** Los extintores AFFF (espuma formadora de película acuosa) y FFFP (fluoroproteína formadora de película) están clasificados para uso con incendios clase A y clase B. Cuando se usan en incendios de líquidos inflamables clase B de profundidad apreciable, la capacidad del agente para flotar y asegurar la superficie del líquido, es lo que ayuda a evitar la re ignición.
- **Extintores de bióxido de carbono.** La ventaja principal de los extintores de CO₂ (bióxido de carbono) es que el agente no deja residuos después de su uso. Este es un factor importante cuando se necesita protección para equipos eléctricos delicados y costosos. Otras aplicaciones comunes son áreas de preparación de alimentos, laboratorios y áreas de impresión y duplicación. Los extintores de bióxido de carbono pueden emplearse en incendios clase B y clase C.
Este tipo de extintor no es recomendable para uso en exterior cuando existen condiciones de viento o para uso en interiores cuando los lugares están sujetos a corrientes fuertes de aire.
- **Extintores de agente halogenado.** El extintor de bromo clorodifluoretano (Halón 211) tiene un agente similar al bióxido de carbono en el sentido de que es adecuado para instalación en clima frío y no deja residuos. Modelos grandes de extintores de Halón son permitidos para uso en incendios clase A y clase B. Al descargarse, el agente está en forma de mezcla de gas/niebla con aproximadamente el doble de alcance del bióxido de carbono. Las condiciones de viento o corrientes fuertes de aire podrían dificultar la extinción al causar la dispersión rápida del agente.
- **Extintores de químico seco.** Los modelos portátiles manuales tienen un chorro de descarga que varía de 10 pies a 30 pies (3 m a 9 m), dependiendo del tamaño del extintor. Comparado con los extintores de agente de bióxido de carbono o halogenados, se desempeñan mejor en condiciones de viento.
El tipo presurizado (recargable) es el más usado y es adecuado cuando se espera uso infrecuente y hay personal calificado con equipos profesionales de carga.

Los agentes a base de bicarbonato y urea-potasio se prefieren sobre los de bicarbonato de sodio por su mayor capacidad de extinción.

- **Extintores sobre ruedas.** Los modelos tipo carretilla con rines de acero o ruedas de caucho para mayor facilidad de transporte, son seleccionados en áreas grandes o áreas con riesgos especiales u extraordinarios; en el caso de uso en el interior, las instalaciones estarán diseñadas para permitir el libre movimiento del extintor. Estos pueden ser tipo químico seco o agente halogenado presurizado.

• **Clasificación de extintores**

Los extintores son clasificados con una letra, la cual indica la clase de incendio para lo cual un extintor ha sido encontrado efectivo, precedido de un número de clasificación (de clase A y B solamente) que indica la efectividad relativa de extinción. A continuación se muestran los diferentes tipos de agente extintor y la clase de fuego donde aplica su uso.

Clase de fuego y agente extintor aplicable					
Agente extintor	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase K
Agua	Si	No	No	No	No
Polvo Químico Seco Tipo ABC	Si	Si	Si	No	No
Polvo Químico Seco Tipo BC	No	Si	Si	No	No
Bióxido de Carbono CO ₂	No	Si	Si	No	No
Agentes limpios	Si	Si	Si	No	No
Espuma mecánica	Si	Si	No	No	No
Agentes especiales	No	No	No	Si	No
Químico húmedo	Si	Si	No	No	Si

Tabla 10. Clase de fuego y agente extintor

El uso de los agentes limpios a base de gases halón, se ha venido restringiendo gradualmente hasta que llegue a eliminarse por completo en cumplimiento a lo dispuesto por el protocolo de Montreal 1 debido a que son compuestos que dañan la capa de ozono de la atmosfera 1 publicado en el diario oficial de la federación de 25 de enero 1988.

Los extintores serán suministrados para proteger tanto los riesgos para la estructura de la edificación del área en cuestión, como para los riesgos de ocupación contenidos en ella.

La protección requerida para una edificación será suministrada por extintores apropiados para fuegos Clase A, así como para los riesgos de ocupación específica que puedan estar presentes además (fuegos Clase A, B, C).

Los extintores portátiles estarán totalmente cargados, en condiciones operables y estarán ubicados en todo momento en sus lugares designados aun cuando no estén siendo utilizados.

Los extintores serán colocados en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos no exceda 15 m desde cualquier lugar ocupado en el centro de trabajo.

Deben fijarse a una altura del piso no menor de 10 cm, medidos desde el suelo a la parte más baja del extintor y una altura máxima de 1.50 m, medidos desde el piso a la parte más alta del extintor.

Serán colocados en sitios donde la temperatura no exceda 50 °C y no sea menor de – 5 °C.

Estarán protegidos contra intemperie y colocados en una posición tal, que puedan utilizarse rápidamente.

La siguiente tabla muestra los tipos de extintores de polvo químico seco así como sus características.

Características de los extintores de Polvo Químico Seco (PQS)				
Tipo	Capacidad nominal de polvo	Alcance mínimo (m)	Límites del tiempo de descarga (s)	Longitud mínima de mangueras (cm)
I	0.75 a 2.3	1.5	8 a 10	-
I / II	4.5 hasta 27.2 *	3.0	8 a 25	40 / 50
II	34.0 hasta 250	3.0	30 a 60	300 / 500
II	500	3.0	60	-

Tabla 11. Extintores de polvo químico seco

* Los extintores de más de 20 kg deben ser móviles (sobre ruedas)

La siguiente tabla describe las características técnicas de los diferentes tipos de extintores de agente Polvo Químico Seco.

Características de los extintores						
Agente extintor	Método de operación	Capacidad	Alcance horizontal del chorro	Tiempo aproximado de descargue	Protección requerida bajo 40 °F (4 °C)	Clasificaciones UL o ULC*
Químico Seco	Presurizado	1 a 2 1/2 lb	5 a 8 pies	8 a 12 s	No	2 a 10 B:C
Normal (Bicarbonato de Sodio)	Cápsula o Presurizado	2 3/4 a 5 lb	5 a 20 pies	8 a 25 s	No	5 a 20 B:C
-	Cápsula o Presurizado	6 a 30 lb	5 a 20 pies	10 a 25 s	No	10 a 160 B:C
-	Presurizado	50 lb con ruedas	20 pies	35 s	No	160 B:C
-	Cilindro de Nitrógeno o Presurizado	75 a 350 lb con ruedas	15 a 45 pies	20 a 105 s	No	40 a 320 B:C
Químico Seco	Cápsula o Presurizado	2 a 5 lb	5 a 12 pies	8 a 10 s	No	5 a 30 B:C
Purple K (Bicarbonato de Potasio)	Cápsula o Presurizado	5 1/2 a 10 lb	5 a 20 pies	8 a 20 s	No	10 a 80 B:C
-	Cápsula o Presurizado	16 a 30 lb	10 a 20 pies	8 a 25 s	No	40 a 120 B:C
-	Cápsula o Presurizado	48 a 50 lb con ruedas	20 pies	30 a 35 s	No	120 a 160 B:C
-	Cilindro de Nitrógeno o Presurizado	125 a 315 lb con ruedas	15 a 45 pies	30 a 80 s	No	80 a 640 B:C
Químico Seco	Cápsula o Presurizado	2 a 5 lb	5 a 8 pies	8 a 10 s	No	5 a 10 B:C
Purple K (Cloruro de Potasio)	Cápsula o Presurizado	5 a 9 lb	8 a 12 pies	10 a 15 s	No	20 a 40 B:C
-	Cápsula o Presurizado	9 1/2 a 20 lb	10 a 15 pies	15 a 20 s	No	40 a 60 B:C
-	Cápsula o Presurizado	19 1/2 a 30 lb	5 a 20 pies	10 a 25 s	No	60 a 80 B:C
-	Cápsula o Presurizado	125 a 200 lb con ruedas	15 a 45 pies	30 a 40 s	No	160 B:C

Características de los extintores						
Agente extintor	Método de operación	Capacidad	Alcance horizontal del chorro	Tiempo aproximado de descargue	Protección requerida bajo 40 °F (4 °C)	Clasificaciones UL o ULC*
Químico Seco Multiusos	Presurizado	1 a 5 lb	5 a 12 pies	8 a 10 s	No	1 a 3-A y 2 a 10 B:C
ABC (Fosfato de Amonio)	Cápsula o Presurizado	2 1/2 a 9 lb	5 a 12 pies	8 a 15 s	No	1 a 4-A y 10 a 40 B:C
-	Cápsula o Presurizado	9 a 17 lb	5 a 20 pies	10 a 25 s	No	2 a 20-A y 10 a 80 B:C
-	Cápsula o Presurizado	17 a 30 lb	5 a 20 pies	10 a 25 s	No	3 a 20-A y 30 a 120 B:C
-	Cápsula o Presurizado	45 a 50 lb con ruedas	20 pies	25 a 35 s	No	20 a 30-A y 80 a 160 B:C
-	Cilindro de Nitrógeno o Presurizado	110 a 315 lb con ruedas	15 a 45 pies	30 a 60 s	No	20 a 40-A y 60 a 320 B:C
Químico Seco	Cápsula o Presurizado	4 3/4 a 9 lb	5 a 20 pies	8 a 10 s	No	10 a 20 B:C
(Compatible con Espuma)	Cápsula o Presurizado	9 a 27 lb	5 a 20 pies	10 a 25 s	No	20 a 30 B:C
-	Cápsula o Presurizado	18 a 30 lb	5 a 20 pies	10 a 25 s	No	40 a 60 B:C
-	Cápsula o Presurizado	150 a 350 lb con ruedas	15 a 45 pies	20 a 150 s	No	80 a 240 B:C
Químico Seco	Presurizado	5 a 11 lb	11 a 22 pies	18 s	No	40 a 80 B:C
(Bicarbonato de Potasio a Base de Urea)	Presurizado	9 a 23 lb	15 a 30 pies	17 a 33 s	No	60 a 160 B:C
-	Presurizado	175 lb con ruedas	70 pies	62 s	No	480 B:C

Tabla 12. Características de los extintores

- **Distribución de extintores**

El número mínimo de extintores necesarios para proteger un área es determinado de acuerdo a lo planteado en la norma NFPA 10, frecuentemente se colocan extintores adicionales para proveer un mayor resguardo. La protección debe ser considerada tanto para la estructura y forma del edificio como para los riesgos contenidos dentro de él.

La protección requerida para edificios será provista por extintores contra incendio para fuegos Clase A. La protección según el riesgo de ocupación contenido será provista mediante extintores para los incendios potenciales Clase A, B, C, D, K que puedan ocurrir.

Los extintores contra incendios provistos para la protección de edificios también pueden ser considerados para la protección de lugares ocupados que tengan incendios potenciales Clase A.

En todos los edificios deben colocarse extintores de clase A, además de los que sean de otro tipo y sean requeridos. Edificios que tengan un riesgo de ocupación sujeto a fuegos del tipo Clase B o Clase C, o ambos, deben tener extintores complementarios del tipo A, más los de tipo B y C, o ambos.

Los extintores para fuego Clase C, deben ser utilizados cuando existe la presencia de equipos energizados con electricidad, esto también incluye situaciones en las cuales el fuego envuelve directamente los equipos eléctricos o sus alrededores.

- **Selección de extintores**

En la siguiente tabla se relacionan las áreas en las cuales se instalarán extintores, de acuerdo al tipo de instalación y el tipo de riesgo que representa.

	Área m ²	Fact or	Unid es de riesgo	Extintor propuesto	Unidad
Área muelle	516	0.3	154.8	1 de 68 kg PQS/120 UE; 1 de 9 kg PQS/40 UE	160
Medición	126	0.3	37.8	1 de 9 kg PQS/40 UE	40
Cobertizo de bombas SCI	110	0.3	33	1 de 9 kg PQS/40 UE; 1 de 9 kg CO ₂ /10 UE	50
Área de almacenamiento 1	1473	0.3	441.9	4 de 68 kg PQS/120 UE	480
Área de almacenamiento 2	630	0.3	189	2 de 68 kg PQS/120 UE	240
Fosa API	100	0.3	30	1 de 68 kg PQS/120 UE	120
Laboratorio control de calidad	94	0.3	28.2	1 de 9 kg PQS/40 UE	40
Subestación	332	0.3	99.6	2 de 9 kg PQS/40 UE; 3 de 9 kg CO ₂ /10 UE	110
Almacén general	395	0.3	118.5	3 de 9 kg PQS/40 UE	120
Comedor y cubículos	140	0.3	42	2 de 9 kg PQS/40 UE	80

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

	Área m ²	Fact or	Unidad es de riesgo	Extintor propuesto	Unidad
Taller de mantenimiento, taller de lavado y engrasado	637	0.3	191.1	4 de 9 kg PQS/40 UE; 1 de 35 kg PQS/60 UE	220
Oficinas administrativas	500	0.3	150	4 de 9 kg PQS/40 UE	160
Caseta de vigilancia y control de acceso	100	0.3	30	2 de 9 kg PQS/40 UE	80
Cuarto de control	135	0.3	40.5	1 de 9 kg CO ₂ /10 UE; 1 de 9 kg PQS/40 UE	50
Residuos peligrosos	56	0.3	16.8	1 de 9 kg PQS/40 UE	40
Autoconsumo Diésel	130	0.3	39	2 de 9 kg PQS/40 UE; 1 de 35 kg PQS/60 UE	140
Área de llenaderas de autotanques	1250	0.3	375	1 de 68 kg PQS/120 UE; 9 de 6 kg PQS/30 UE	390
Descarga de autotanques	80	0.3	24	2 de 9 kg PQS/40 UE	80
Cobertizo bombas llenaderas	348	0.3	104.4	3 de 9 kg PQS/40 UE	120
Inyección de aditivos	620	0.3	186	2 de 9 kg PQS/40 UE; 1 de 68 kg PQS/120 UE	200
Recuperadora de vapores	121	0.3	36.3	1 de 9 kg PQS/40 UE	40
CCM	46	0.3	13.8	2 de 9 kg CO ₂ /10 UE	20
Frontera entre descarga de carbón y terminal de almacenamiento	395	0.3	118.5	1 de 68 kg PQS/120 UE	120

Tabla 1. Selección de extintores

b). Red de Agua Contra Incendio

La Terminal de almacenamiento y reparto Lázaro Cárdenas tendrá como función recibir, almacenar y entregar gasolinas y diésel los cuales son productos con alto grado de inflamabilidad, adicionalmente en un área cercana a la terminal se realizan actividades de manipulación de carbón mineral elemento que genera grandes cantidades de polvos que al mezclarse con el aire son altamente inflamables y tienden a generar explosiones espontaneas. Estas condiciones representan un riesgo latente de incendio por lo que la Terminal debe contar con un sistema de protección adecuado a los riesgos que pueden presentarse durante la operación de la terminal.

Como una medida de acción contra cualquier posible riesgo la Terminal contará con una red de agua contra incendio dimensionada bajo la normativa NFPA aplicable.

- **Descripción del sistema contra incendio**

El sistema contra incendio consta de los siguientes elementos.

- Un sistema de bombeo contra incendio el cual consta de 3 bombas verticales tipo turbina. La bomba principal y de relevo tendrán una capacidad de 9,464 lpm (2,500 gpm) y serán operadas por motor de combustión interna y la bomba sostenedora de presión tendrá una capacidad nominal de 946.35 lpm (250 gpm) y será operada eléctricamente
- Una red general de agua contra incendio
- Veintidós hidrantes- monitores
- Nueve anillos de aspersion para el enfriamiento de los tanques de almacenamiento
- Un paquete de presión balanceada de espuma contra incendio
- Una red general de espuma contra incendio
- Nueve sistemas de aspersion de agua-espuma

Las zonas que serán protegidas por el sistema contra incendio son:

- Muelle
- Tanques de almacenamiento
- Banda transportadora de carbón
- Bombas de proceso
- Llenaderas de auto-tanques
- Fosa API
- Unidad recuperadora de vapores
- Área de aditivos

- **Suministro del agua contra incendio**

El agua para el sistema contra incendio será tomada del canal de navegación por lo que la terminal contará con cárcamos de filtrado con trampa de sólidos y un cárcamo específico para la succión. Los equipos, accesorios y tuberías del sistema contra incendio serán especificados para operar con agua salobre.

- **Sistema de bombeo**

Las bombas contarán con las siguientes características.

Bomba sostenedora de presión (Jockey) BA-C03	
Tipo	Turbina eje vertical accionada eléctricamente
Flujo nominal	946.35 lpm (250 gpm)
Carga dinámica	147 m
Bomba principal BA-C01	
Tipo	Turbina eje vertical accionada por motor de combustión interna
Flujo nominal	9,463.53 lpm (2,500 gpm)
Carga dinámica	102 m
Bomba de relevo BA-C02	
Tipo	Turbina eje vertical accionada por motor de combustión interna
Flujo nominal	9,463.53 lpm (2,500 gpm)
Carga dinámica	102 m

Tabla 24. Bombas contra incendio

La operación de las bombas será de la siguiente forma.

La bomba BA-C03 comenzará a operar de forma automática cuando la red contra incendio alcance una presión de 14 kg/cm² y se apagará de forma automática al incrementarse la presión hasta 14.7 kg/cm².

La bombas BA-C01 arrancará de forma automática al detectarse la activación de cualquier de las válvulas de diluvio o al activarse cualquiera de los hidrantes-monitores y que la presión disminuya a 13.65 kg/cm². En caso de alcanzarse la presión de 13.65 kg/cm² y que no entre en operación la bomba BA-C01 deberá entra en operación la bomba BA-C02.

La bomba BA-C03 arrancará y parará de forma automática.

Las bombas BA-C01 y BA-C02 arrancarán de forma automática y pararán de forma manual. En caso de que se active alguna alarma visible y audible del sistema contra incendio y ninguna de las bombas arranque estas podrán activarse de forma manual.

- **Protección contra incendios en el muelle**

En el muelle se ubicaron dos hidrantes-monitores (HM-M01 y HM-M02) cada uno contara con un paquete de 55 galones de espuma AR-AFFF para mezcla al 3%.

Al detectarse cualquier posible fuga o derrame en el área del muelle y del buque-tanque deberán activarse los monitores direccionando los chorros de agua en forma de niebla hacia éste hasta que el derrame sea controlado. En caso de presentarse un incendio podrá verterse chorros de espuma hacia el incendio abriendo la válvula del paquete de espuma junto al hidrante-monitor hasta que el incendio sea sofocado.

- **Protección contra incendios en tanques de almacenamiento**

Cada tanque de almacenamiento está protegido por cámaras de espuma para inyección superficial, un anillo de aspersion de agua para el enfriamiento del tanque y dos hidrantes-monitores cada uno de ellos con paquete de 55 galones de espuma AR-AFFF para mezcla al 3%.

El número de cámaras de espuma para cada tanque de almacenamiento son las siguientes.

Tanque	Número de Cámaras	Tanque	Número de Cámaras
TV-01	3	TV-06	4
TV-02	3	TV-07	4
TV-03	5	TV-08	3
TV-04	5	TV-09	2
TV-05	5		

Tabla 15. Cámaras de espuma en tanques de almacenamiento

Al registrarse un incendio en un tanque de almacenamiento debe activarse automáticamente mediante la apertura de sus válvulas de diluvio el anillo de aspersion y las cámaras de espuma correspondientes, asimismo, la válvula de diluvio VOS-311 para la inyección de espuma del paquete de presión balanceada a la red general de espuma. Podrán operarse los hidrantes-monitores cercanos al tanque con la finalidad de enfriar el tanque incendiado y evitar calentamiento en los tanques aledaños. En caso de que se activen las alarmas visibles y audibles y el sistema contra incendio no se active automáticamente deberán accionar de forma manual las válvulas de diluvio correspondientes.

Tanque	Válvula de Diluvio de Anillo de Aspersión	Válvula de Diluvio de Cámaras de Espuma	Hidrante-Monitor a Activar
TV-01	VOS-302	VOS-313, VOS-314 y VOS-315	HM-01 y HM-04
TV-02	VOS-303	VOS-316, VOS-317 y VOS-318	HM-03 y HM-06
TV-03	VOS-304	VOS-319, VOS-320, VOS-321, VOS-322 y VOS-323	HM-05 y HM-08
TV-04	VOS-305	VOS-324, VOS-325, VOS-326, VOS-327 y VOS-328	HM-07 y HM-10
TV-05	VOS-306	VOS-329, VOS-330, VOS-331, VOS-332 y VOS-333	HM-09 y HM-12
TV-06	VOS-307	VOS-334, VOS-335, VOS-336 y VOS-337	HM-11 y HM-14
TV-07	VOS-308	VOS-338, VOS-339, VOS-340 y VOS-341	HM-15 y HM-18
TV-08	VOS-309	VOS-342, VOS-343, VOS-344 y VOS-345	HM-17 y HM-20
TV-09	VOS-310	VOS-346 y VOS-347	HM-19 y HM-21

Tabla 16. Protección contra incendio en tanques de almacenamiento

En caso de que se registren derrames de los tanques de almacenamiento en el área de los diques de contención se emplearán los paquetes de espuma de cada hidrante-monitor para la protección del área y evitar un posible incendio y en caso de que éste se presente sofocarlo.

- **Protección contra incendios en banda transportadora**

Al detectarse visualmente acumulación excesiva de polvo sobre la banda transportada o cercana a ésta, así mismo, si se presenta un incendio en la cercanía de la banda transportadora deberá activarse el sistema de aspersión mediante la apertura de la válvula de diluvio VOS-301 la cual podrá accionarse automática o manualmente.

- **Protección contra incendios en el área de las bombas de proceso**

Al detectarse una mezcla explosiva o un incendio en el área de bombas de proceso serán activadas las alarmas visibles y audibles para alertar al personal, al mismo tiempo será accionando automáticamente la válvula de diluvio VOS-311 para la inyección de espuma del paquete de presión balanceada a la red general de espuma y la válvula de diluvio VOS-348 con lo que operará el sistema de agua-espuma del área cubriendo completamente todas las bombas. De no activarse automáticamente el sistema de aspersión de agua-espuma deberán accionarse manualmente las válvulas de diluvio correspondientes.

- ***Protección contra incendios en el área de llenaderas de auto-tanques***

Al detectarse una mezcla explosiva o un incendio en el área de llenaderas de auto-tanques serán activadas las alarmas visibles y audibles para alertar al personal, al mismo tiempo será accionando automáticamente la válvula de diluvio VOS-311 para la inyección de espuma del paquete de presión balanceada a la red general de espuma y la válvula de diluvio VOS-349 con lo que operará el sistema de agua-espuma del área cubriendo completamente las islas 1, 2 y 3, la válvula de diluvio VOS-350 para las islas 4, 5 y 6 y la válvula de diluvio VOS-351 para las islas 7, 8 y 9 y para los auto-tanques ahí localizados. De no activarse automáticamente el sistema de aspersion agua-espuma deben accionarse manualmente las válvulas de diluvio correspondientes.

- ***Protección contra incendios en el área de la fosa API***

Al detectarse una mezcla explosiva o un incendio en el área de la fosa API serán activadas las alarmas visibles y audibles para alertar al personal, al mismo tiempo será accionando automáticamente la válvula de diluvio VOS-311 para la inyección de espuma del paquete de presión balanceada a la red general de espuma contra incendio y la válvula de diluvio VOS-312 con lo que operará el sistema de agua-espuma del área cubriendo completamente la fosa API. De no activarse automáticamente el sistema de aspersion agua-espuma deben accionarse manualmente las válvulas de diluvio correspondientes.

- ***Protección contra incendios en la URV y del área de aditivos***

La TAR Lázaro Cárdenas cuenta con una Unidad de Recuperación de Vapores y un área donde se colocará el sistema de aditivos para las gasolinas el cual incluye tanques, tuberías, bombas dosificadoras e instrumentación. Estas áreas serán protegidas contra incendio mediante la activación de los hidrantes-monitores HM-21 y HM-22 respectivamente.

Estos hidrantes-monitores podrán rociar un flujo de 1,200 lpm cada uno y cubrir un radio de 50 m así mismo cada uno contará con un paquete de 55 galones de espuma AR-AFFF para mezcla al 3% con lo cual podrá rociarse espuma para sofocar cualquier incendio en estas áreas.

- ***Sistemas de Alarma (Visibles y Audibles)***

El sistema de alarmas visibles y audibles pretende alertar al personal operativo de la terminal ante un incidente causado por fugas, derrames, parámetros operacionales que estén fuera de rango, detección de fuego o mezclas explosivas.

El sistema de alarmas visibles y audibles sigue las recomendaciones de la NFPA 72, con la cual están constituidos los códigos de alerta de acuerdo a las siguientes tablas:

Color	Tipo	Letrero (Razón de alarma)
Alarmas generales en instalaciones		
Verde	Continuo	Condición normal
Rojo	Intermitente	Fuego confirmado
Amarillo	Intermitente	Alta concentración de gas combustible y/o hidrógeno
Transparente	Intermitente	Abandono de instalación
Alarmas en instalaciones con supresión con agente LIMPIO Y/O CO₂		
Verde	Continuo	Condición automático (normal)
Rojo	Continuo	Sistema disparado (agente extintor activado)
Ámbar	Continuo	Sistema inhibido (operación manual) y/o falla del sistema
Alarmas en cuartos de baterías		
Ámbar	Intermitente	Peligro, alta concentración de gas hidrógeno

Tabla 3. Código de alarmas visuales

Riesgo/Aviso	Tono/Sonido	Frecuencia	Repetición
Fuego	Sirena rápida	560 – 1055 Hz	3.3 ciclos/seg.
Gas combustible	Corneta continua	470 Hz	Continuo
Gas tóxico	Sirena lenta temporal	Bajo 424 Hz/Alto 77 Hz	15 ciclos/min.
Evacuación	Sirena extremadamente rápida	560 – 1055 Hz	6 ciclos/seg.
Simulacro	Corneta/Intermitente/Lenta	470 Hz	50 ciclos/min.

Tabla 48. Código de alarmas visuales

Las alarmas visibles y audibles serán colocadas en las áreas donde sean realizadas las principales actividades de la Terminal, principalmente en áreas operativas como el área de tanques, área de descarga de buque tanques, área de carga de auto tanques, área de carga de carro tanques, área de bombas. Para localización de alarmas ver plano: **I.1.3.5** (Alarmas Audibles y Visibles).



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

- **Botón de alarma sectorial.**

Se consideran alarmas sectoriales, en las principales áreas operativas (área de descarga de buque tanque, área de tanques y área de llenaderas) que se instalarán en caso de que los operadores perciban un evento que no haya detectado sido detectado por los instrumentos de detección.

Los dispositivos de alarma (sirenas, altavoces, semáforos, luminarias, botón de alarma sectorial etc.) cumplirán con los siguientes parámetros de seguridad de acuerdo con la NFPA 72.

General

Los dispositivos localizados en áreas clasificadas deberán contar con protección para áreas clase 1, división 1, grupos C y D, resistirán la humedad y ambientes corrosivos.

Para alarmas visibles

El rango de flash no excederá dos flasheos por segundo (2 Hz) y no será menor a un flash por segundo, así mismo el recurso luminoso en un globo claro no excederá las 1000 cd (candelas efectivas), esta medida contribuye a reducir las posibilidades de desencadenar un ataque de epilepsia a las personas que tienen esta propensión.

Para alarmas audibles

Los alarmas audibles deberán emitir una señal de salida de cuando menos 15 dB mayor al ruido ambiente, considerando la medición a 10 pies sobre el promedio de sonido máximo captado durante 60 segundos, así mismo, el nivel mínimo de potencia de salida será de 75 dB y no deberá exceder 120 dB a la mínima distancia de escucha.

La siguiente tabla indica el promedio de ruido ambiente para distintos escenarios:

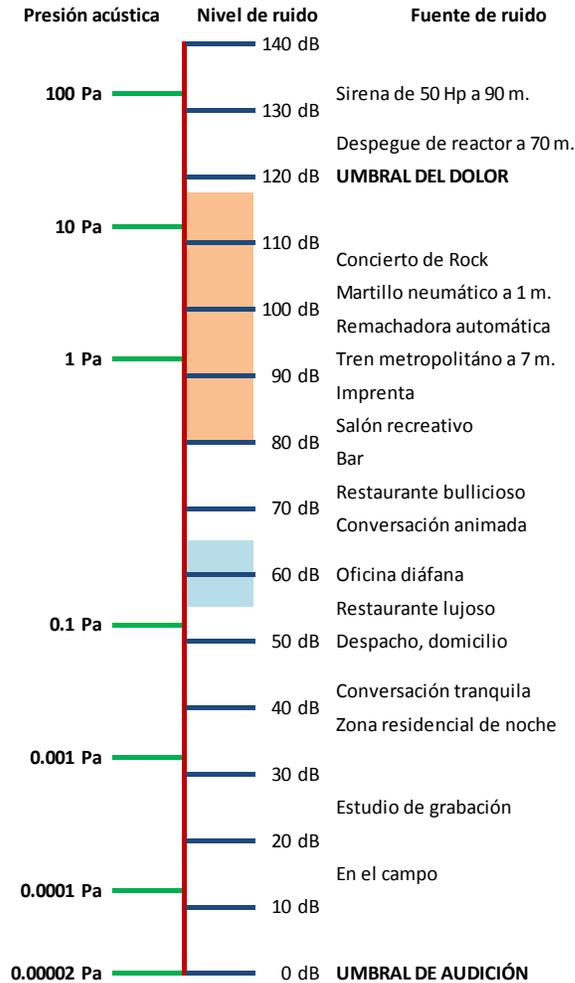


Tabla 26. Nivel de ruido de distintas fuentes

Donde por requerimiento el nivel de potencia de salida sea mayor a 120 dB, se considera utilizar solamente alarma visual para no dañar la audición del personal durante una alerta.

• **Elementos del Sistema**

El sistema de alarmas visibles y audibles está apoyado por los siguientes sistemas:

- Sistema de Control Contra Incendio
- Sistema de detección de fuego
- Sistema de detección de humo
- Sistema de detección de mezclas explosivas
- Sistema de Telemedición



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Los sistemas mencionados son los encargados de monitorear y procesar el estado operativo de las instalaciones, la presencia de fuego, la presencia de humo y la presencia de mezclas explosivas a través de la instrumentación instalada en campo y los equipos de control que conforman dichos sistemas.

Los dispositivos de alarma son conectados punto a punto con las salidas de los PLC's del Sistema de Control Supervisor y el Sistema de Control Contra Incendio (SCS y SCCI), estos equipos de control procesan las señales recibidas por la instrumentación de campo y son programados para detectar parámetros fuera de rango; en caso de detectar parámetros fuera de rango los PLC's guardan el evento en registros que son comparados individualmente para identificar el instrumento que emitió el parámetro fuera de rango y la alarma correspondiente de acuerdo a los códigos descritos en las tablas 1 y 2.

Los dispositivos que conforman el sistema de alarmas son los siguientes:

Semáforos: Los semáforos estarán conformados por grupos de luminarias de acuerdo a la tabla 1, instaladas sobre placa de acero e identificados, las luminarias estarán certificadas para instalación en áreas clase 1, división I, grupos C y D, soportarán la humedad y ambientes corrosivos, emisión de hasta 800,000 candelas pico, soporta hasta 65 (Hz), alimentada a 120 VCA.

Sirenas: Las sirenas están conformadas por un módulo amplificador compatible con PLC para la programación de tonos de salida y un altavoz con salida máxima de 110 dB, el montaje del módulo y el altavoz es integral y cuenta con ajuste de posición del altavoz. El dispositivo estará certificado para instalación en áreas clase 1, división I, grupos C y D, soportarán la humedad y ambientes corrosivos.

- **Operación**

El sistema de alarmas visuales y audibles funciona con apoyo de los PLC's de los sistema SCS y SCCI, sistemas responsables del monitoreo y procesamiento de las señales de los instrumentos instalados en campo. En general el sistema de alarmas audibles y visibles es un sistema que funcione con las señales de salida de los PLC's del SCS y el SCCI.

Alarmas audibles y visuales en tanques de almacenamiento.

Se consideró la implementación de señales audibles y visuales en los tanques de almacenamiento, alarmando por nivel alto y nivel crítico en cumplimiento al proyecto de norma PROY-NOM-EM-006-ASEA-2017.

Los instrumentos en campo del SCS se encargan del monitoreo del estado operativo de las instalaciones, en cada tanque de almacenamiento se implementarán un transmisor de nivel e interruptores por alto nivel y alto alto nivel (nivel crítico), los cuales se conectan a una Unidad de Control Local (UCL) ubicada en el cuarto de control y directamente al panel de alarmas ubicado en cada tanque,

El panel de alarmas en tanques está conformado por una sirena (con módulo amplificador programable y altavoz) y dos luminarias color rojo, una se activa cuando se alcanza el nivel alto y la segunda se activa en conjunto con la primera cuando se alcance el nivel crítico, así mismo, la sirena emite una alarma audible intermitente a una frecuencia de 470 Hz, con 3.3 ciclos por segundo cuando se alcanza un nivel alto y cambia a 6 ciclos por segundo cuando se alcanza el nivel crítico.

Alarmas audibles y visuales en instalaciones operativas.

Las alarmas visibles y audibles funcionan con las señales de salida del PLC del SCCI, el cual recibe las señales provenientes de los instrumentos que se encargan del monitoreo de la presencia de fuego, mezclas explosivas, activación de agente extintor y concentración de gases tóxicos en las áreas operativas, áreas con supresión con agente limpio y/o CO₂, y cuarto de baterías.

Al recibir la señal de un instrumento detector, el PLC procesará la señal para identificar la zona y tipo de evento (presencia de fuego, acumulación de mezclas explosivas, concentración de gases tóxicos, activación de agente extintor). Posteriormente el PLC mandará la señal al panel de alarmas ubicado en el área donde se generó el evento.

El panel de alarmas está conformado por una sirena (con módulo amplificador programable y altavoz) y un conjunto de luminarias instaladas de acuerdo a los códigos de alarma de las tablas 1 y 2.

- **Sistemas de Detección de Fuego**

Los sistemas de detección se encargan del monitoreo de la presencia de fuego, humo, mezclas explosivas y concentración de mezclas tóxicas, así como el monitoreo de la activación de agentes extintores.

La infraestructura de una Terminal de Almacenamiento de combustibles tiene puntos que pueden ser vulnerables ante fugas, derrames, sobrepresión, liberación de gases tóxicos, etc., debido a ello es imprescindible contar con infraestructura y equipos conectados entre sí que dispongan de tecnologías que permitan dar aviso de manera oportuna y precisa ante la presencia de eventos que puedan ocasionar accidentes.

Los eventos que se contempla monitorear son los siguientes:

- Presencia de fuego
- Presencia de mezclas explosivas
- Presencia de humo
- Presencia de gas hidrógeno
- Presencia de partículas de carbón

En particular, esta terminal trabajará en conjunto con una terminal de carbón, por lo cual es necesario mantener el resguardo de la seguridad en las operaciones con combustibles y las operaciones con carbón, debido a ello también se promueven la detección de partículas de carbón.

Por área se contempla la siguiente instrumentación:



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Banda de transporte de carbón

En esta área se considera la implementación de instrumentos que puedan detectar partículas de carbón e instrumentos para la detección de fuego ya que la mezcla de polvo de carbón/aire puede encenderse o explotar y el área de tanques de almacenamiento se encuentra adyacente a esta área.

Plataforma de operación de descarga de combustibles por muelle

Esta área es de alto riesgo ya que se maneja la transferencia de combustibles del buque tanque a la terminal de almacenamiento, es una zona de transición donde pueden generarse fugas y derrames. En esta área se proponen instrumentos para la detección de fuego y para la detección de mezclas explosivas.

Las mezclas explosivas pueden generarse por vapores de combustibles, los cuales son más densos que el aire y regularmente se encuentran en las partes bajas, esto hace que sean más difíciles de detectar por el personal operativo.

Área de tanques

Esta área es de alto riesgo y es propensa a derrames por factores humanos, por un mal funcionamiento en el sistema de medición o una mala coordinación en la operación de descarga por buque tanque, en esta área se proponen instrumentos para la detección de fuego y mezclas explosivas. Además, esta área es adyacente al área de bandas de transporte de carbón por lo que será necesario prevenir una posible explosión por la mezcla de polvo de carbón y aire, debido a ello también se colocarán instrumentos detectores de partículas de carbón.

Área de llenaderas

En el área de llenaderas se lleva a cabo la operación de carga, de la terminal de almacenamiento a auto tanques o carro tanques, esta zona también es de transición por lo que es vulnerable a fugas y derrames provocados por una inadecuada operación de los equipos, por un mal ajuste en los brazos de carga y/o mangueras, en esta zona se proponen instrumentos para detectar fuego y mezclas explosivas.

Es necesario que cada posición de carga cuente con un instrumento detector de fuego y un detector de mezclas explosivas ya que son arreglos independientes y se llevan a cabo operaciones simultáneas en cada posición.

Área de bombas

En el área de bombas se consideran puntos de fuga y elementos generadores de chispas por fricción y/o por corto circuito, por lo que es necesaria la implementación de instrumentos detectores de fuego con cobertura hacia todo el cobertizo.

Edificaciones

En las edificaciones normalmente se concentran las instalaciones eléctricas y electrónicas (tableros, baterías, cableado, equipos de energización, equipos de comunicación, etc.) que son propensas al calentamiento, a corto circuito y en el caso de las baterías a la liberación de gas de hidrógeno, por lo que se proponen instrumentos para detección de humo en el interior de las edificaciones, con cobertura para cubrir los espacios cerrados, detectores de gas hidrógeno en los cuartos de baterías y

a manera de resguardo de la seguridad se considera un detector de mezclas explosivas en la salida de la succión del aire acondicionado, pudiendo detectar vapores de combustibles que pudieran ser succionados al interior de las edificaciones.

- **Elementos del sistema**

El sistema de detección está conformado por los siguientes subsistemas:

- Subsistema de detección de fuego
- Subsistema de detección de mezclas explosivas
- Subsistema de detección de humo
- Subsistema de detección de gas de hidrógeno
- Subsistema de detección de partículas de carbón
- Subsistema de control

Subsistema de detección de fuego

La detección de fuego es realizada mediante instrumentos de tipo inteligente compuestos por sensores sensibles a los rayos Ultravioleta (UV) y a rayos infrarrojos (IR), dichos rayos son causados por el espectro luminoso del fuego causado por la combustión de hidrocarburos. Los detectores deben ser adecuados para áreas clasificadas Clase 1, División 1, grupos C y D, el cono de visión contará con un ángulo de 90° y un alcance longitudinal de 15 m, estarán conectados punto a punto con el PLC y deberán ser capaces de discriminar la luz emitida por el sol, arcos de soldadura y reflejos de espejo.

Subsistema de detección de mezclas explosivas

La detección de mezclas explosivas es realizada por instrumentos del tipo inteligente con sensor sensible a los rayos infrarrojos (IR) para instalación en áreas clasificadas Clase 1, División 1, grupos C y D, señal de salida de 4-20 mA, conexión punto a punto con el PLC. Estos equipos se activarán cuando ocurra un derrame en áreas operativas y serán calibrados para indicar: bajo nivel, alto nivel y alto alto nivel de presencia de vapores de hidrocarburos.

Subsistema de detección de humo

La detección de humo es realizada por instrumentos del tipo inteligente con sensor fotoeléctrico para instalación en interiores, conexión punto a punto con el PLC.

Subsistema de detección de gas de hidrógeno

La detección de gases de hidrógeno es realizada por un instrumento conformado por un transmisor de tipo inteligente con sensor electroquímico para la detección específica de gas de hidrógeno, es apto para instalación en áreas clasificadas Clase 1, división 1, grupos C y D, señal de salida de 4-20 mA, conexión punto a punto con el PLC. Estos equipos se activarán cuando exista una liberación de gas de hidrógeno en las baterías.

Subsistema de detección de partículas de carbón

La detección de partículas de carbón es realizada por un instrumento conformado por un transmisor de tipo inteligente con sensor específico para partículas de carbón, es apto para instalación en áreas

clasificadas Clase 1, división I, grupos C y D, señal de salida de 4-20 mA, conexión punto a punto con el PLC.

Subsistema de control

El subsistema de control estará conformado por un PLC que cumple con las siguientes características:

- Nivel de Integridad de Seguridad SIL 2 con certificado TÜV
- Protección por sobre corriente y picos de voltaje
- Cuenta con puertos de comunicación Ethernet RJ-45 10/100/1000 Base-Tx (mínimo 2, uno para configuración remota y otro para configuración a través de una PC portátil)
- Se considera una reserva del 30% en la capacidad de procesamiento y almacenamiento
- Alimentación a través de un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI)
- Módulos de entradas digitales con aislamiento óptico, indicación de estado por canal mediante LED, fusibles individuales por canal, reemplazables en línea
- Módulos de entradas analógicas 4-20 mA con aislamiento óptico, indicación de estado por canal mediante LED, reemplazables en línea, protección contra sobre corriente y contra sobre voltaje
- Módulos de salidas digitales con aislamiento óptico, indicación de estado por canal mediante LED, reemplazables en línea, protección contra sobre corriente
- Módulos de salidas analógicas 4-20 mA, indicación de estado por canal mediante LED, reemplazables en línea, protección contra sobre corriente y contra sobre voltaje

• Operación

La conexión punto a punto de los instrumentos de detección con el PLC permitirá una programación sencilla, asociando cada instrumento a una salida de alarma de manera directa; a su vez permitirá reducir los tiempos de respuesta en el procesamiento de las señales y en el caso de que los detectores indiquen la presencia de algún evento (fuego, mezclas explosivas, humo, gas de hidrógeno, partículas de carbón) el PLC enviará una señal de activación hacia las alarmas que se encuentran dentro del área donde fue activado un sensor.

El PLC lleva a cabo las siguientes funciones:

- Recibir las señales de campo de los instrumentos ubicados estratégicamente para la detección de fuego, humo, mezclas explosivas, gas de hidrógeno y partículas de carbón.
- Monitorear continuamente el estado de los instrumentos de detección
- En caso de captar un evento por los detectores, el PLC manda las señales de activación a las alarmas audibles y visuales
- El PLC mantiene una comunicación directa con el Sistema de Control Supervisor (SCS) de tal manera que de captar un evento por los detectores, será comunicada al SCS para ejecutar acciones de control de manera automática, tales como el paro parcial o paro total de la planta.

El PLC también envía la información a través de la red de telecomunicaciones a los servidores, los cuales se encargarán de procesar la información para que pueda ser visualizada gráficamente a



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

través de la estación de trabajo y para almacenar la información en el servidor como histórico de eventos.

Ver Anexo **I.1.3.1 (S-201)** (Arreglo General de Agua Sistema Contra Incendio)

I.1.3.2 (S-202) (Arreglo General de Espuma Sistema Contra Incendio)

I.1.3.3 (S-100) (Diagrama de Flujo de Proceso Sistema de Agua Contra Incendio)

I.1.3.4 (S-101) (Diagrama de Flujo de Proceso Sistemas de Espumas Contra Incendio)

I.2.3.1 (E-001) (Plano de Arreglo General)

III.1.1.1 (S-300) (Diagrama de Tuberías e Instrumentación Bombas contra incendio)

III.1.1.2 (S-301) (Diagrama de Tuberías e Instrumentación Red de Agua Contra Incendio (1/2))

III.1.1.3 (S-302) (Diagrama de Tuberías e Instrumentación Red de Agua Contra Incendio (2/2))

III.1.1.4 (S-303) (Diagrama de Tubería e Instrumentación Red de Espuma Contra Incendio)

III.1.1.5 (S-200) (Plano de Localización General de Instrumentos del Sistema de Control Contra Incendio)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

1.2. DESCRIPCIÓN DETALLA DEL PROCESO

a). Descripción funcional del proceso

El proceso de la terminal de almacenamiento consiste en recibir los productos petrolíferos por medio de buque-tanques, mediante el propio sistema de bombeo del buque, los petrolíferos son enviados a tanques de almacenamiento tipo atmosféricos, posteriormente, dependiendo de la demanda, los productos serán entregados mediante un sistema de bombeo hacia auto-tanques. En un futuro los productos podrán ser bombeados a un área de carro-tanques, buque-tanques y a un área de almacenamiento cercana al predio (Fase 2). La fase dos será una ampliación en la capacidad de almacenamiento y de acuerdo a la demanda serán construidos los tanques hasta alcanzar la capacidad total requerida de 1.665 MMb, en este predio se recibirán las gasolinas, diésel y oxigenante de los buquetanques mediante el propio sistema de bombeo del barco, posteriormente el producto podrá ser enviado a carrotanques y tanques de almacenamiento del predio 1.

Básicamente la descripción funcional del proyecto se resume en:

- Recibir gasolina regular, gasolina Premium, diésel y oxigenantes por medio de buque-tanques con capacidades de 300 Mb
- Resguardar en tanques de almacenamiento los productos gasolina regular, gasolina Premium, diésel automotriz y oxigenantes
- Entregar por auto-tanque las gasolinas y el diésel
- Considerar a futuro entregar por carro-tanque las gasolinas y el diésel
- Considerar a futuro entregar por buque tanque las gasolinas y el diésel

En la siguiente imagen se presenta el diagrama de bloques de la terminal.

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

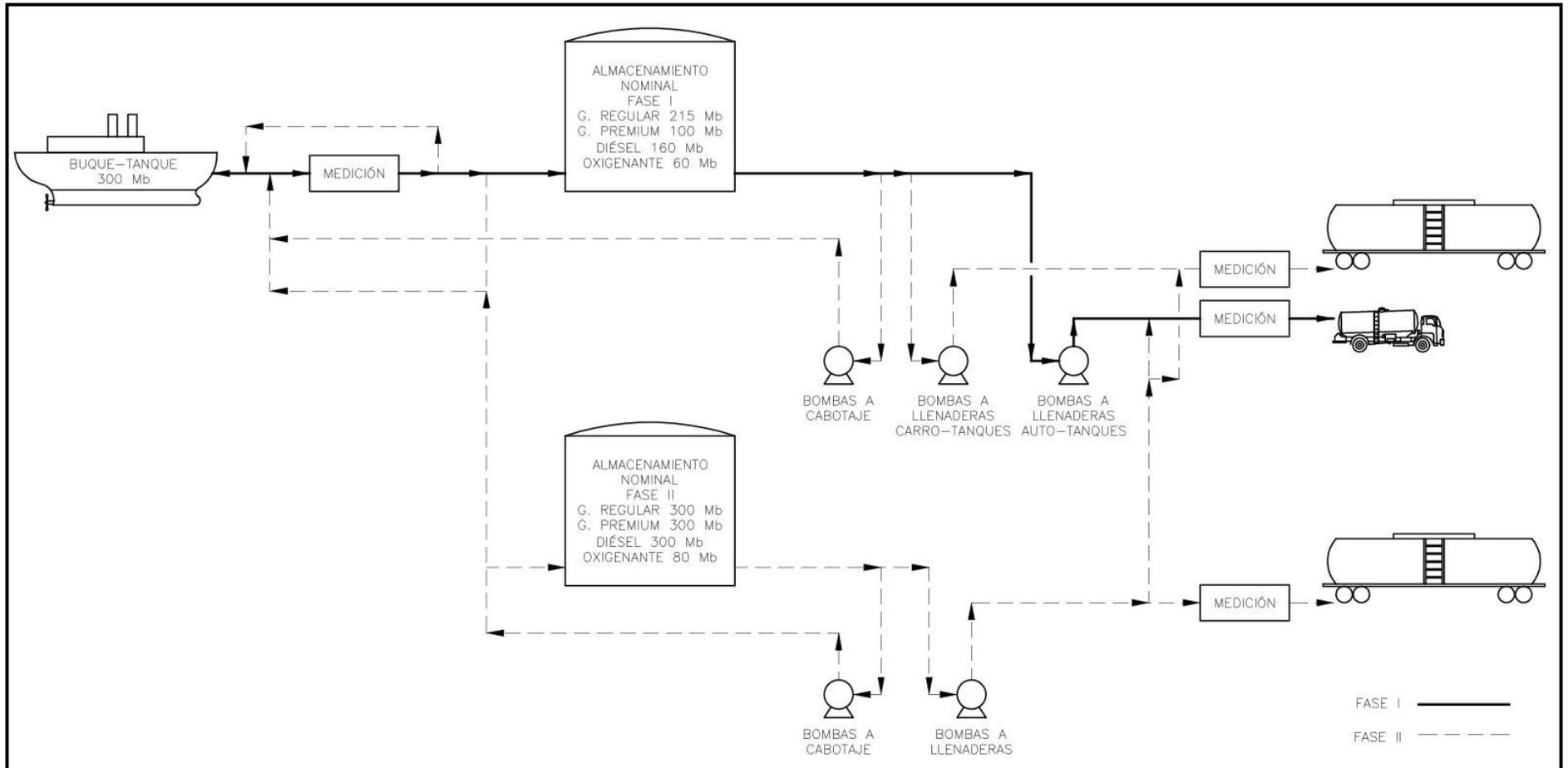


Figura 17. Diagrama de bloques del proyecto: Terminal de Almacenamiento (Fase I) en Lázaro Cárdenas.

b). Condiciones de operación y productos manejados

La terminal dentro de sus operaciones tiene las tareas de recibir productos petrolíferos, almacenar y entregarlos, básicamente los productos manejados son:

- Gasolina regular
- Gasolina Premium
- Diésel automotriz
- Oxigenantes

- Condiciones de operación generales

Variable	Condición
Temperatura	Ambiental
Presión	1 kg/cm ² (14.22 psi) a 7 kg/cm ² (99.54 psi)
Flujo	300 Mb de descarga de producto por buque-tanque en 24 horas 114 m ³ /h (500 gpm) en llenaderas de auto-tanque

Tabla 19. Condiciones de operación para petrolíferos.

En la siguiente partida se especifican las condiciones de operación por línea.

- **Puntos de recepción**

- Por buque-tanque

La descarga de gasolina Regular, gasolina Premium, diésel automotriz y oxigenantes se realizará mediante el sistema de bombeo del propio buque-tanque y recibido mediante un sistema de brazo de descarga marino montado sobre una plataforma móvil de operación en el muelle existente, posteriormente mediante mangueras para hidrocarburos será conectada a los cabezales de recepción y mediante juego de válvulas dependiendo del producto recibido (gasolina Regular, Premium, diésel u oxigenante) se enviará a su patín de medición de 16" d.n. correspondiente con transferencia de custodia para su envío a tanques de almacenamiento TV-04, TV-05 y TV-06 para gasolina regular, a tanques TV-03, TV-08 para gasolina Premium y tanques TV-07 y TV-09 para oxigenante.

El flujo a manejar en estas líneas de recepción por buque tanque de 16" sería de 1,987.5 m³/h hacia cada tanque de almacenamiento con una presión de operación de 5.09 kg/cm².

Medio de descarga	Producto	Volumen
Brazo marino	Gasolina Regular, Premium, oxigenante.	Hasta 300 Mb por día
Brazo marino	Diésel	Hasta 300 Mb por día

Tabla 50. Puntos de recepción.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Existirá la posibilidad de recibir por medio de una descargadera por auto-tanque oxigenantes, gasolinas y diésel, solo en caso de ser rechazado algún producto, el patín de la descargadera contará con una bomba de 500 gpm, filtración, medición y control de flujo.

La línea de descarga del producto será en la succión de la bomba BA-01 de 4" d.n, con un flujo de 113.57m³/h y una presión de 0.15 kg/cm². La descarga de la bomba será de 6" d.n. hasta la entrega al cabezal de entrada a tanques de almacenamiento de 16" d.n. con un flujo de 113.57m³/h a una presión de 4.38 kg/cm².

- **Puntos de entrega**

- Por llenaderas a auto-tanques

La entrega de gasolina Regular, gasolina Premium y diésel automotriz se realizará mediante un sistema de llenaderas compuesto por posiciones de llenado, cada posición cuenta con un patín con filtración, medición, control de flujo y una bomba centrífuga capaz de manejar 500 gpm para su entrega a auto-tanques.

Para gasolina regular el diámetro de las líneas de los cabezales de tanques de almacenamiento a las líneas de succión de las bombas será en 16" d.n. con un flujo de entrega de 726.84 m³/h y una presión de 0.92 kg/cm², posteriormente las líneas de succión de cada bomba serán en 8"d.n. para finalmente reducir en la boquilla de la bomba a 6"d.n. en la succión de cada bomba se manejarán 113.57m³/h a una presión de 0.92 kg/cm², la descarga de las bombas será en 4"d.n para ampliar a 6"d.n. y entregar un flujo 113.57m³/h a una presión de 3.2 kg/cm² hasta llegar a los patines de las llenaderas que serán de 4"d.n.

Para gasolina premium el diámetro de las líneas de los cabezales de tanques de almacenamiento a las líneas de succión de las bombas será en 12" d.n. con un flujo de entrega de 363.42 m³/h y una presión de 0.92 kg/cm², posteriormente las líneas de succión de cada bomba serán en 8"d.n. para finalmente reducir en la boquilla de la bomba a 6"d.n. en la succión de cada bomba se manejarán 113.57m³/h a una presión de 0.92 kg/cm², la descarga de las bombas será en 4"d.n para ampliar a 6"d.n. y entregar un flujo 113.57m³/h a una presión de 3.2 kg/cm² hasta llegar a los patines de las llenaderas que serán de 4"d.n.

Para diésel el diámetro de las líneas de los cabezales de tanques de almacenamiento a las líneas de succión de las bombas será en 16"d.n. con un flujo de entrega de 762.84 m³/h y una presión de 1.06 kg/cm², posteriormente las líneas de succión de cada bomba serán en 8"d.n. para finalmente reducir en la boquilla de la bomba a 6"d.n. en la succión de cada bomba se manejarán 113.57m³/h a una presión de 1.06 kg/cm², la descarga de las bombas será en 4"d.n para ampliar a 6"d.n. y entregar un flujo 113.57m³/h a una presión de 3.2 kg/cm² hasta llegar a los patines de las llenaderas que serán de 4"d.n.

La terminal contará con 9 posiciones de llenado por auto-tanques:

Medio de entrega	Producto	Volumen
Llenaderas en posiciones 1 a 4	Gasolina Regular	Hasta 500 gpm por posición
Llenaderas en posiciones 5 y 6	Gasolina Premium	Hasta 500 gpm por posición
Llenaderas en posiciones 6 a 9	Diésel	Hasta 500 gpm por posición

Tabla 6. Puntos de entrega.

El diseño considera arreglos de tubería y válvulas para que en un futuro puedan ser entregadas desde los tanques de almacenamiento las gasolinas y el diésel a llenaderas por carro-tanque y a buque-tanque.

Igualmente se consideran arreglos de tubería y válvulas para que en un futuro puedan ser entregadas las gasolinas, oxigenante y diésel desde el buque-tanque por medio de dos ductos (uno de gasolinas/oxigenante y uno de diésel) a un predio cercano a la terminal para su almacenamiento (expansión de almacenamiento futuro fase 2). Desde los tanques de almacenamiento en predio 2 podrán ser entregados los productos petrolíferos a llenaderas de carrotanques, a tanques de almacenamiento en predio 1 y posterior entrega a llenaderas de autotanques.

- **Capacidad de almacenamiento**

La terminal de almacenamiento será diseñada y construida en dos fases con una capacidad nominal total de almacenamiento de 1.665 MMb. Para el predio 1 (Fase I) la capacidad de almacenamiento nominal será de 535 Mb distribuida de la siguiente manera por producto:

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-01	Atmosférico techo fijo	80,000	Diésel
TV-02	Atmosférico techo fijo	80,000	Diésel
TOTAL		160 Mb	Diésel

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-03	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Premium
TV-08	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	20,000	Gasolina Premium
TOTAL		100 Mb	Premium

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-04	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Regular
TV-05	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Gasolina Regular
TV-06	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	55,000	Gasolina Regular
TOTAL		215 Mb	Regular

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-07	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	55,000	Oxigenante
TV-09	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	5,000	Oxigenante
TOTAL		60 Mb	Oxigenante

Tabla 7. Capacidades de almacenamiento para predio 1

La terminal contempla una ampliación de 1.13 MMB en el predio 2 (Fase II) de la siguiente manera:

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-10	Atmosférico techo fijo	150,000	Diésel
TV-11	Atmosférico techo fijo	150,000	Diésel
TOTAL		300 Mb	Diésel

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-12	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	150,000	Gasolina Premium
TV-13	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	150,000	Gasolina Premium
TOTAL		300 Mb	Premium

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-14	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	150,000	Gasolina Regular
TV-15	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	150,000	Gasolina Regular
TV-16	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	150,000	Gasolina Regular
TOTAL		450 Mb	Regular

Tanque	Tipo de tanque	Capacidad Nominal del tanque (b)	Producto
TV-17	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	80,000	Oxigenante
TOTAL		80 Mb	Oxigenante

Tabla 83. Capacidades de almacenamiento a futuro en predio 2 (Fase 2).

1.2.1. Hojas de seguridad

Las hojas de datos de seguridad (HDS) de las sustancias manejadas en la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas son mostradas en Anexo I.1 (Hojas de Datos de seguridad)

1.2.2. Almacenamiento

Los productos a almacenar en la terminal de almacenamiento como se indica en la hoja de datos son:

- Gasolina regular
- Gasolina Premium
- Diésel automotriz
- Oxigenantes (MTBE (metil terc-butil éter))

Tipo de Recipientes

Dado el tipo de productos son seleccionados los recipientes a utilizar considerando su alta volatilidad y generación de vapores así como las cantidades requeridas a almacenar.

Para gasolinas y oxigenantes serán utilizados tanques de almacenamiento tipo verticales aéreos atmosféricos con membrana interna flotante y techo fijo.

Para diésel serán utilizados tanques de almacenamiento tipo vertical aéreos atmosféricos de techo fijo.

Cantidad de Tanques

Los tanques a utilizar en la primera fase del proyecto serán 9 con las siguientes características:

Tanque	Tipo de tanque	Código de diseño y construcción	Diámetro D (m)	Altura H (m)	Producto a almacenar	Capacidad máxima de almacenamiento (Mb)
TV-01	Atmosférico techo fijo	API-650	36.57	12.19	Diésel	77,900
TV-02	Atmosférico techo fijo	API-650	36.57	12.19	Diésel	77,900
TV-03	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	API-650	36.57	12.19	Gasolina Premium	77,900
TV-04	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	API-650	36.57	12.19	Gasolina Regular	77,900
TV-05	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	API-650	36.57	12.19	Gasolina Regular	77,900
TV-06	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	API-650	30.48	12.19	Gasolina Regular	54,100
TV-07	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	API-650	30.48	12.19	Oxigenante	54,100
TV-08	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	API-650	18.28	12.19	Gasolina Premium	19,600

Tanque	Tipo de tanque	Código de diseño y construcción	Diámetro D (m)	Altura H (m)	Producto a almacenar	Capacidad máxima de almacenamiento (Mb)
TV-09	Atmosférico, membrana interna flotante y techo fijo	API-650	9.65	10.97	Oxigenante	5,400

Tabla 94. Características y datos de almacenamiento.

La capacidad máxima de almacenamiento indicada en la tabla anterior es la capacidad máxima que puede almacenar cada tanque de almacenamiento en condiciones extraordinarias de operación asociando este volumen hasta el nivel de derrame del tanque, sin embargo se pretende que nunca se llegue a este nivel mediante los elementos de seguridad considerados.

Dispositivos y elementos de seguridad

Como primer elemento de seguridad para evitar la formación de vapores o compuestos orgánicos volátiles que puedan crear una atmosfera explosiva en los tanques de almacenamiento de gasolinas y oxigenantes o incluso la contaminación del medio ambiente contamos con una membrana interna flotante en los tanques TV-03 al TV-09. La intención de esta membrana es permanecer en contacto con el espejo de las gasolina y oxigenantes dentro del tanque para evitar la formación de vapores, esta membrana tiene la facilidad de mantenerse en contacto con el producto por flotación por lo que independientemente del nivel del tanque siempre deberá considerarse estar en contacto con el producto, sin embargo, se debe tener especial atención cuando el nivel sea extremadamente bajo ya que se debe evitar que la membrana toque el fondo del tanque ya que la estructura y soportes de la membrana pueden sufrir deformaciones, para evitar este evento es considerada alarma por bajo nivel.

Las alarmas de niveles son otra medida de seguridad en el tanque de almacenamiento, serán consideradas alarmas por bajo nivel, alarma por alto nivel y alarma por alto-alto nivel que podrán ser monitoreadas en cuarto de control mediante alarmas sonoras y visuales.

Este sistema de niveles está controlado por un sistema de telemedición para verificar niveles y volumen en el tanque, este sistema es monitoreado desde cuarto de control y puede verificar:

- Volúmenes de tanques
- Inventarios
- Temperatura del producto
- Nivel de agua
- Densidad del producto

El sistema, de telemedición será el encargado de monitorear y controlar el nivel de los tanques de almacenamiento, además de realizar los cálculos del volumen natural y el volumen corregido a 20°C

de acuerdo a los estándares ISO 91-2. La comunicación entre la instrumentación y los sistemas de control, monitoreo y supervisión será jerárquica (UCL).

Los instrumentos de los tanques de almacenamiento cuentan con indicación local, así como su lazo de control conectado a las unidades de control local. Adicionalmente se contará con un sistema analógico a pie de tanque para realizar una lectura directa del nivel del tanque.

Las unidades de control local (UCL) soportan protocolos de comunicación industrial (profibus, MODBUS/TCP, OPC, etc.). Estas unidades reciben las señales directamente de la instrumentación en el tanque, procesan y muestran en pantalla el resultado de la medición de nivel de producto, nivel de agua y temperatura en tiempo real, además de realizar los cálculos necesarios para visualizar los valores del volumen natural y el volumen corregido a 20°C. El software de la HMI de la unidad de control local, cuenta con la flexibilidad de funcionar en modo lectura y escritura, es decir, que además de visualizar la información de la instrumentación y los cálculos realizados, el operador puede ingresar de forma manual datos de control o datos complementarios para realizar los diferentes cálculos. El software de la unidad de control local tiene la opción de implementar códigos de acceso, con la finalidad de que sólo el personal autorizado y capacitado tenga acceso al sistema.

En caso de que fallaran el sistema de telemedición en el tanque y existiera un sobrellenado el propio tanque cuenta con slots por derrame, sin embargo se cuenta con un sistema secundario de contención, un dique de concreto, que puede albergar la capacidad del tanque mayor mas el volumen de agua de un evento atípico de lluvia.

Para este tipo de evento se cuanta dentro de los diques con instrumentos para la detección de mezclas explosivas y fuego conectados al sistema de seguridad de la terminal y sistema contra incendio. Adicionalmente en caso de un sobrellenado el sistema de control al detectar esta situación mandará a un paro controlado por emergencia cerrando las válvulas automatizados con actuadores eléctricos localizadas a pie de dique en la entrada de cada tanque.

Son considerados como otros dispositivos que nos ayudan a salvaguardar la integridad de área de almacenamiento o elementos de seguridad los siguientes:

- Sistema de tierras de los tanques
- Sistema de pararrayos
- Protección catódica
- Drenaje aceitoso y pluvial en diques
- Sistema contra incendio a base de agua y espuma
- Dos frentes de ataque para cada tanque (vialidades de acceso)

Localización dentro del arreglo general de la planta

Los tanques de almacenamiento se localizan en las siguientes coordenadas UTM (La coordenada indicada fue tomada al centro del tanque).

Tanque de almacenamiento	Corrdenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)
TV-01	801,247.68	1,986,636.56
TV-02	801,199.77	1,986,621.57
TV-03	801,151.86	1,986,606.58
TV-04	801,103.95	1,986,591.59
TV-05	801,056.04	1,986,576.60
TV-06	801,011.16	1,986,562.56
TV-07	801,224.02	1,986,536.44
TV-08	801,187.60	1,986,525.05
TV-09	801,161.18	1,986,516.78

Tabla 105. Localización de tanques de almacenamiento

Adicionalmente a estas coordenadas se anexa el plano de arreglo general donde se indica la ubicación de los tanques dentro de la planta.

Ver Anexo **I.2.3.1** (Plano de Arreglo General)

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Dada la operación simple de la terminal, consideramos como equipos de proceso principales los siguientes:

- Brazos de carga/descarga marino
- Bombas para carga de petrolíferos
- Tanques de almacenamiento
- Patines de medición

- **Brazo de carga/descarga marino**

Los petrolíferos serán entregados a la terminal de almacenamiento por medio de buque-tanque, para esto se dispone de un muelle, este cuenta con un área de operación donde se localizará el brazo de carga/descarga marino móvil. La terminal contará con un brazo de 12" d.n. para descargar un flujo de

300Mbd, en el brazo será descargada la gasolina Premium, regular y oxigenantes y después de un vaciado y purgado podrá ser utilizado para la descarga de diésel.

Las características principales del brazo es que cuenta con una conexión triple giratoria bridada para conexión al manifold del buque-tanque, esta conexión será realizada de manera manual y accionamiento hidráulico y es de este tipo para absorber los diferentes desplazamientos que puedan generarse en el buque-tanque debido, por ejemplo; a la marea, adicionalmente el brazo cuenta con un sistema de liberación de emergencia con bloqueo automático para evitar derrames de producto.

La operación del brazo será manual/hidráulica por lo que cuenta con una unidad de potencia hidráulica y alimentación eléctrica para las bombas de fluido hidráulico.

El material de la tubería de trabajo del brazo es de acero al carbón, con una temperatura de diseño de 10°C hasta 50 °C y una presión de diseño de 19 BAR/G. Las velocidades máximas admisibles del viento en posición de espera son de 237 km/h, conectado al barco de 80 km/h y un peso aproximado de 25,000 kg. Los elementos bridados del brazo son bajo la especificación ASME/ANSI clase 150#

El brazo típicamente es utilizado durante 24 horas continuas y podría ser usado hasta 48 horas en un evento atípico, cabe señalar que el brazo es diseñado para su uso continuo por lo que no existe límite en cuanto a su uso, una operación típica se pretende sea realizada de dos a tres veces por mes.

El brazo de carga/descarga será localizado en el muelle existente en las siguientes coordenadas:

Elemento	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)
Brazo de carga/descarga marino	801,100.10	1,986,686.16

Tabla 26. Localización de brazo de carga

Para una mejor comprensión de su ubicación ver plano de arreglo general.

- **Equipo mecánico dinámico**

El diseño del equipo mecánico dinámico (bombas) fueron seleccionadas de acuerdo a los requerimientos de flujo en llenaderas de autotanques.

Bombas para el uso en los productos petrolíferos son del tipo centrífugas con succión lateral de un solo paso tipo OH2 con una capacidad nominal de 500 gpm por llenadera-producto para autotanques, se tiene otra bomba de 300 gpm para alimentar el paquete dosificador del oxigenante.

La clase de las bridas de las bombas centrífugas para productos petrolíferos en la succión y descarga son con base en la especificación API, con una clase mínima de 300#. Los sellos mecánicos de las

bombas que manejen hidrocarburos son dobles, de cartuchos balanceados y con capacidad de manejar gasolinas con MTBE de 2.7% masa y etanol anhidro del 5.8 % volumen.

Los Motores eléctricos fueron considerados con diseños a prueba de explosión de eficiencia Premium.

Los equipos de bombeo para llenaderas serán solicitadas en paquete montadas sobre un rack, las dimensiones de las bombas entre proveedores varían ligeramente, sin embargo las dimensiones aproximadas son de 2.5 m x 1.00 m.

La cantidad de bombas y su uso se indican en la siguiente tabla:

Equipo	Flujo (GPM)	Producto	USO
Bomba centrífuga BA-D01	300	Oxigenante	En paquete dosificador de oxigenante
Bomba centrífuga BA-01	500	Gasolinas y diésel	En descargadera por autotanque
Bomba centrífuga BR-01	25	Gasolinas y diésel	Bomba auxiliar de purga en descargadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-02	500	Gasolina regular	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-03	500	Gasolina regular	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-04	500	Gasolina regular	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-05	500	Gasolina regular	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-06	500	Gasolina premium	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-07	500	Gasolina premium	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-08	500	Gasolinas regular y/o premium	Relevo en bombas de llenaderas por autotanque
Bomba centrífuga BA-09	500	Diésel	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-10	500	Diésel	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-11	500	Diésel	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-12	500	Diésel	En llenadera por autotanque
Bomba centrífuga BA-13	500	Diésel	Relevo en bombas de llenaderas por autotanque

Tabla 27. Listado y uso de bombas de proceso

^{2 2} Fuente: Comisión Reguladora de Energía. (12/05/2016). Acuerdo por el que la Comisión Reguladora de Energía ordena la publicación del proyecto de norma oficial mexicana PROY-NOM-016-CRE-2016, "Especificaciones de Calidad de los Petrolíferos". DOF-Diario oficial de la Federación, 8.

La ubicación de las bombas de llenaderas se considera bajo un cobertizo, en un área aproximada de 40 m x 12 m, las coordenadas del cobertizo son las siguientes:

Elemento	Vertice 1		Vertice 2	
	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)
Cobertizo para bombas de llenaderas en autotanques	801,099.41	1,986,526.09	801,108.95	1,986,529.08
Cobertizo para bombas de llenaderas en autotanques	801,121.05	1,986,490.35	801,111.53	1,986,487.32

Tabla 28. Localización de cobertizo para bombas

La bomba de descargadera por autotanque se localiza en la posición de descarga en las siguientes coordenadas:

Elemento	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)
Bomba de descarga por autotanque	801,092.2770	1,986,470.2058

Tabla 29. Localización de bomba de descarga por autotanque

La bomba del paquete dosificador del oxigenante se localiza en las siguientes coordenadas:

Elemento	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)
Bomba paquete dosificador oxigenante	801,146.50	1,986,501.42

Tabla 30. Localización de bomba oxigenante

Para una mejor comprensión de su ubicación ver plano de arreglo general.

- **Patines de medición**

Los sistemas de medición serán requeridos para transferencia de custodia, estos son localizados para la recepción del producto por buque-tanque, en el área de llenaderas por auto-tanque y en el área de llenaderas por carro-tanque (a futuro).

Los patines de medición se encuentran integrados al sistema de control supervisor lo que permitirá controlar y monitorear los elementos integrantes del patín.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Medición en llenaderas y descargaderas por autotanques

El sistema cuenta con 9 islas de despacho de producto con una posición de carga cada una, sin embargo al contar con una posición compartida se cuenta con 10 patines de medición para llenaderas por autotanque.

En el caso de la descargadera se cuenta con una posición y un patín de medición.

Cada patín de medición cuenta con el siguiente equipo:

- Válvulas de bloqueo
- Válvula de retención
- Filtro tipo canasta
- Medidor de flujo
- Válvula electrohidráulica operada por solenoides
- Brazo de carga/descarga

Como elementos de seguridad para el monitoreo y control de los patines de medición contamos con la siguiente instrumentación:

- Elemento de temperatura RTD
- Detector de conexión a tierra
- Sistema automático de control de llenado
- Transmisor de flujo
- Transmisor indicador de presión diferencial en filtro
- Unidad de control local

De acuerdo a la demanda de productos será el tiempo de utilización de los patines de llenado, sin embargo son considerados para uso continuo, para el diseño fueron considerados tres turnos de 8 horas seis días de la semana.

El uso principal de los patines de medición son para recibir o despachar el producto a autotanques mediante un sistema de transferencia de custodia que pueda cuantificar el producto.

Para el proceso de llenado del auto-tanque, una vez despachado el producto la unidad de control local envía el reporte de venta al Sistema de Control Supervisor, con los datos del cliente y el volumen cargado para realizar la factura de venta.

El sistema del patín es diseñado con tubería de acero al carbón ASTM-A-53 Gr. B ced 40, válvulas bridadas de acero al carbón ASTM-A-105 de acuerdo al ASME B16.5 clase 150# y accesorios de acero al carbón bajo la especificación ASTM-A-234 Gr WPB, el diámetro del patín se considera en 4" d.n.

Los patines se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Posición	Patín de medición	Flujo (gpm)	Diámetro (Pulg)	Uso	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)
Llenadera Isla 1	FE-102	500	4	Despacho de gasolina regular	801,068.95	1,986,460.97
Llenadera Isla 2	FE-103	500	4	Despacho de gasolina regular	801,062.27	1,986,458.88
Llenadera Isla 3	FE-104	500	4	Despacho de gasolina regular	801,055.59	1,986,456.79
Llenadera Isla 4	FE-105	500	4	Despacho de gasolina regular	801,048.91	1,986,454.70
Llenadera Isla 5	FE-106	500	4	Despacho de gasolina premium	801,042.23	1,986,452.61
Llenadera Isla 6	FE-207	500	4	Despacho de gasolina premium	801,035.54	1,986,450.52
Llenadera Isla 6	FE-208	500	4	Despacho de diésel	801,035.07	1,986,449.87
Llenadera Isla 7	FE-209	500	4	Despacho de diésel	801,028.86	1,986,448.43
Llenadera Isla 8	FE-210	500	4	Despacho de diésel	801,022.18	1,986,446.34
Llenadera Isla 9	FE-211	500	4	Despacho de diésel	801,015.50	1,986,444.24
Descargadera	FE-101	500	4	Recibo de gasolinas/diésel	801091.56	1986470.77

Tabla 31. Localización de patines de medición

Para una mejor comprensión de su ubicación ver plano de arreglo general.

Medición en descarga de buquetanques

Al recibo de productos petrolíferos por buquetanque se contará con dos patines de medición, uno para gasolinas y oxigenantes y otro para diésel.

Cada patín de medición cuenta con el siguiente equipo:

- Válvulas de bloqueo
- Filtro tipo canasta
- Medidor de flujo

Como elementos de seguridad para el monitoreo y control de los patines de medición contamos con la siguiente instrumentación:

- Elemento de temperatura RTD

- Transmisor indicador de temperatura
- Transmisor indicador de presión
- Elemento de densidad
- Transmisor de flujo
- Transmisor indicador de presión diferencial en filtro
- Computador de flujo

Su función es reportar las variables de presión, presión diferencial, temperatura y flujo mediante la instrumentación instalada en el patín de medición de despacho del producto. El computador de flujo, que opera en modo lectura, recibe la información de las variables y realiza los cálculos para determinar el volumen y el flujo de producto recibido. Para este caso, el computador de flujo reporta los cálculos realizados al Sistema de Control Supervisor.

El sistema del patín es diseñado con tubería de acero al carbón ASTM-A-53 Gr. B ced 40, válvulas bridadas de acero al carbón ASTM-A-105 de acuerdo al ASME B16.5 clase 150# y accesorios de acero al carbón bajo la especificación ASTM-A-234 Gr WPB. El diámetro considerado de ambos patines es de 16" d.n.

Los patines se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Posición	Patín de medición	Flujo (mbd)	Diámetro (Pulg)	Uso	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)
Recibo por buquetanque	FE-001	300	16	Recibo de gasolinas y oxigenante	801,276.51	1,986,668.04
Recibo por buquetanque	FE-002	300	16	Recibo de diésel	801,274.03	1,986,667.26

Tabla 32. Localización de patines de medición

Para una mejor comprensión de su ubicación ver plano de arreglo general.

I.2.3.4 Equipos auxiliares

La infraestructura adicional a los sistemas principales de proceso son considerados como servicios auxiliares, dentro de estos sistemas para la terminal de almacenamiento consideramos:

- Recuperación de vapores
- Sistema de drenaje aceitoso con el equipo separador de agua-aceite (Fosa API)

- **Recuperación de Vapores**

Durante las operaciones de almacenamiento, descarga y carga de gasolinas son emitidos compuestos orgánicos volátiles (COV's) los cuales ocasionan contaminación de la atmósfera para disminuir estas emisiones los tanques de almacenamiento de las gasolinas y oxigenantes serán de

techo fijo con membrana interna flotante, durante la carga y/o descarga de buque-tanques será empleado el sistema de inertización propio del buque y para la carga de auto-tanques se contará con un sistema de recuperación de vapores con capacidad suficiente para mantener la emisión de vapores por debajo de 80 mg/l.

Al cargar los auto-tanques con gasolinas, los vapores generados por este proceso dentro de los auto-tanques son desplazados, para esto son consideradas en cada posición de llenado una línea conectada a un cabezal común y por el otro lado conectada al auto-tanque para la recuperación de vapores y enviados hacia la unidad recuperadora donde serán filtrados y condensados para posteriormente disponer de ellos conforme a los intereses del área operativa de la terminal.

La unidad de recuperación de vapores es constituido como una unidad paquete y entre los principales elementos se encuentra constituida por arrestador de flama, válvulas automatizadas, indicadores de presión, interruptores por alta presión, medidor de flujo de vapor y un procesador de vapor.

Las tuberías en cada posición de llenado para la recuperación de vapores cuenta con válvulas de bloqueo, válvulas de presión vacío con arrestador de flama e indicadores de presión.

El sistema se encuentra conformado por tubería bajo la especificación ASTM-A-53 Gr. B Ced 40, válvulas bridadas de acero al carbón ASTM-A-105 de acuerdo al ASME B16.5 clase 150# y accesorios de acero al carbón bajo la especificación ASTM-A-234 Gr WPB, el diámetro de cada línea en las posiciones de llenado se consideran en 4" d.n.

La unidad recuperadora de vapores se considera como un equipo paquete ubicándose cerca de las llenaderas con una dimensión aproximada de 8x15 m con las siguientes coordenadas:

Elemento	Vertice 1		Vertice 2	
	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)	Coord. X (UTM)	Coord. Y (UTM)
Recuperadora de vapores	801,112.71	1,986,467.27	801,120.56	1,986,469.61
Recuperadora de vapores	801,124.82	1,986,455.34	801,117.19	1,986,452.95

Tabla 33. Localización de unidad recuperadora de vapores

Para una mejor comprensión de su ubicación ver plano de arreglo general.

- **Aire de planta**

El paquete de compresión de aire de planta es empleado para abastecer las estaciones de servicio en el taller de mantenimiento y será suministrado como equipo paquete.

El compresor será de desplazamiento positivo tipo pistón uso industrial integrado con filtro y tanque acumulador el cuál cumplirá con el código ASME para su diseño.

El tanque acumulador será del tipo vertical, soportado sobre faldón y tendrá los siguientes accesorios: válvula de alivio de presión, válvula de venteo manual, válvula de drenaje manual, manómetro con válvula de bloqueo y purga, boca de inspección con sistema de compuerta, conexión de drenaje con la válvula y trampa automática de condensando, orejas para izamiento

El equipo será ubicado en el taller de mantenimiento en las siguientes coordenadas:

Elemento	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)
Bomba paquete dosificador oxigenante	801,165.19	1,986,432.30

Tabla 34. Localización de compresor aire de planta

- **Drenaje aceitoso**

El sistema de drenaje aceitoso considera la capacidad para desalojar las descargas por derrames de hidrocarburos y aguas aceitosas de las áreas de proceso provenientes de los diques de los tanques de almacenamiento, del área de llenado por autotanques, del área de descarga por autotanque y de purgas de equipos, las cuales son enviadas a la fosa separadora agua-aceite tipo API, esta cuenta con un almacenaje para el aceite recuperado. Así mismo es evitado que los hidrocarburos de los drenajes aceitosos fluyan a los drenajes pluviales, este equipo paquete también cuenta con infraestructura para la recuperación de agua contaminada y lodos aceitosos los cuales pueden ser recogidos en tambores por personal de la terminal para almacenar en el cuarto de residuos peligrosos y posterior disposición o recolectar directamente por un camión cisterna, en ambos casos realizados por una empresa autorizada para el manejo y tratamiento de residuos peligrosos para su disposición final.

Los registros de los drenajes aceitosos cuentan con sellos hidráulicos en las tuberías de llegada a los mismos.

Las copas de purga son descargadas a registros aceitosos, los cuales tienen sellos hidráulicos para evitar la propagación de un posible incendio.

En áreas dentro de los diques la aportación pluvial es controlada mediante un sistema de válvulas de bloqueo que permite el control selectivo de la salida de efluentes al drenaje pluvial o aceitoso.

La tubería de drenaje aceitoso será de acero al carbono bajo la especificación ASTM-A-53 Gr. B Ced 40, válvulas bridadas de acero al carbón ASTM-A-105 de acuerdo al ASME B16.5 clase 150# y accesorios de acero al carbón bajo la especificación ASTM-A-234 Gr WPB.

El uso del sistema se da cada que haya que realizar labores de mantenimiento de equipos que necesiten ser purgados o cuando haya derrames de cualquier área donde haya drenaje aceitoso por lo que no hay un tiempo definido para su uso, por este motivo el diseño considera un uso continuo las 24 hr del día los 365 días del año. La fosa separadora es diseñada bajo el código API 421.

La ubicación del separador fosa API se localiza en las siguientes coordenadas:

Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)	Elemento
801,284.04	1,986,565.74	Separador agua-aceite tipo API

Tabla 35. Localización de separador

1.2.4. Pruebas de verificación

Los tanques de almacenamiento, previo a su puesta en operación, deberán realizarse pruebas de hermeticidad, para este caso son realizadas las pruebas hidrostáticas y neumáticas así como revisión por otros métodos como líquidos penetrantes y radiografiados.

Igualmente será necesario realizar pruebas en el sistema de tuberías de proceso y en los equipos principales.

- **Prueba neumática de fondo de tanque de almacenamiento**

Para la revisión del fondo del tanque básicamente será utilizada la prueba tipo neumática, ésta consiste en construir un redondel de ladrillo al exterior del tanque para contener un nivel de agua de 30 cm. Medido de la base del fondo hacia arriba. en la parte inferior del fondo, se sueldan 4 coples de 3/4" de diámetro equidistantes entre si, en un círculo de la mitad del diámetro del tanque. Los coples deben de unirse entre si por medio de tuberías o mangueras, de tal manera que se distribuya uniformemente la presión la presión de aire que se va a introducir por los coples a la parte inferior del fondo. En el extremo opuesto a la inyección de aire se coloca una columna de nivel tipo U que nos marcara la presión de aire aplicada, Que en este caso es de 3" columna de agua la cual debe de mantenerse el tiempo que dure la prueba. Antes de proceder a presionar el fondo se llena el redondel exterior con agua, las soldaduras a probar se les debe de impregnar con agua jabonosa y donde haya poros o fugas el burbujeo indicara la falla a corregir la soldadura nuevamente se debe probar en la forma descrita hasta que hasta que esta sea eliminada.

La unión entre la envolvente del tanque y el fondo será realizada mediante líquidos penetrantes.

- **Pruebas hidrostáticas en tanques de almacenamiento**

Cabe señalar que previo a las pruebas hidrostáticas deberán realizarse radiografiados en las soldaduras de la envolvente, este punto será descrito más adelante.

- **Prueba hidrostática de envolvente**

Para llevar a cabo esta prueba de la envolvente llenándola con agua, se requiere cerrar el tanque, verificando que se hayan colocado los tapones sólidos en los coples que sirvieron para la prueba de fondo, sellando estos con soldadura, después de esto proceder cerrar el registro inferior. Para proceder al llenado del tanque con agua se deberá de considerar lo siguiente:

En tanques de cúpula fija sin MFI se deberá de tomarse en cuenta la altura de las boquillas de las cámaras de espumas, debiente junta cegarse, para poder llenar el tanque a hasta 5 cm. Antes del ángulo de coronamiento revisando frecuentemente las soldaduras a medida que se vaya hasta un nivel, posteriormente se revisaron todas las soldaduras (ayudándonos con guindolas) y golpeándose a un lado, aproximadamente a 1" a cada lado. Si existiera alguna falla de soldadura se procederá a vaciar en tanque para reparar la falla y volver a probar.

En el tanque de cúpula fija con MFI se procederá a llenar el tanque hasta que el agua se desborde por los vertederos. Situación que se aprovecha al mismo tiempo, para realizar la prueba de funcionalidad de la MFI y la nivelación de los vertederos, de igual forma que en el punto anterior se deberá de revisar las soldaduras de la envolvente.

En los tanques de cúpula flotante, se procederá a llenar el tanque cuidando la nivelación de la cúpula de tal manera que sobre la pared interior del envolvente y a cada 45° se grafique con crayón una escala de referencia para monitorear el comportamiento de la cúpula durante el llenado. La altura de llenado se llevara a cabo hasta que el sello superior de la cúpula se encuentre a 30 cm del ángulo de coronamiento.

- **Pruebas Para Techo Fijo**

La prueba de techo se efectuara una vez terminado de soldar totalmente el tanque. En el caso de techo fijo el tanque debe de llenarse hasta lograr un nivel de 5 cm. Debajo del ángulo de coronamiento. Se instalara un arreglo provisional en una de las boquillas de la cúpula consistente de una entrada se aire y una toma para medición de la presión igual que la prueba de las soldaduras del fondo.

Se inyectara aire hasta tener una indicación en la columna de agua de 2" y se aplicara agua jabonosa en soldaduras lado exterior del techo para detectar fallas y corregirlas.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

La prueba debe ser realizada por personal especializado en tanques, ya que cualquier sobre presión puede ocasionar fallas entre la soldadura del ángulo de coronamiento y la placa del techo o accidentes personales.

- Pruebas Para Techo Flotante

Se debe someter invariablemente a una prueba de flotación sobre agua, donde se verificara que no existen fugas en pontones, que flote libremente durante el ascenso como en el descenso que flote en posición horizontal sin inclinarse, que el sello circunferencial deslizante, este uniformemente adherido a la pared del tanque en todas las posiciones del techo, que el techo flotante no muestre tendencias a girar o salirse de la guía.

A los pontones se les realiza una prueba neumática de hermeticidad, inyectándose aire a una presión no mayor de 2" de columna de agua revisando con jabonadura las soldaduras. Todas las pruebas a realizar están dictaminadas en la sección 5 punto 5.3.6 del API-650.

- Prueba Hidrostática Del Sistema De Drenaje Del Techo

El sistema tubería y manguera del dren del techo flotante debe ser probado con agua a una presión de 3.5 kg/cm² de presión manométrica previamente a la prueba de flotación del techo.

- Prueba de Inundación de la cúpula

La válvulas de bloqueo de los drenes del techo deben de permanecer siempre abiertos durante la prueba de flotación y la operación normal del tanque durante el descenso del techo, y cuando este se encuentre a una altura de más o menos 3m se deben cerrar las válvulas de bloqueo de los drenes del techo y se inundara el techo con agua hasta una altura de 254mm.(10") medidas en el centro del techo y se debe de dejar 24 hrs. verificar que el techo no se ladee o se hunda, al termina de esta prueba se debe de abrir la válvula de bloqueo del dren para el desalojo del agua y verificar la adecuada fluidez del sistema de drenaje.

- Prueba De Hermeticidad De Las Placas De Refuerzo (Solapas) Registros Y Boquillas

Después de terminar el montaje y antes de llenar el tanque con agua para probar la hermeticidad de la envolvente las placas de refuerzo de los registros y de las boquillas deben probarse neumáticamente aplicando una presión de 1 kg./cm² de presión manométrica con aire entre el envolvente del tanque y la placa de refuerzo utilizando para este fin un barreno de prueba (testigo) de 6 mm (1/4") de diámetro hecho en la placa de refuerzo aplicarle jabonadura , aceite de linaza u otro material apropiada para descubrir fugas, en todas las soldaduras del refuerzo si se descubre cualquier fuga relevar la presión de aire, remover la soldadura con cincel o arco-aire repararla y volver a probar, al término de la prueba retirar el equipo y dejar el barreno abierto a la atmosfera.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

- **Medición de espesores en tanques de almacenamiento**

Se utilizará un instrumento capaz de generar una frecuencia comprendida entre 1 mhz a 5 mhz el pulso inicial debe de estar sincronizado con la lectura del instrumento y debe de existir linealidad en las lecturas para unidades de rastreo doble, la linealidad en la lectura debe garantizarse, utilizando un instrumento que tenga un ajuste automático de la trayectoria "v" de las ondas ultrasónicas.

Utilizar unidades de rastreo de contacto directo ya sea con cristal simple o doble y deben de ser compatibles con el instrumento. La unidad de rastreo simple se utilizara en inspecciones donde la superficie frontal (superficie examinada) y la posterior (superficie interna) son prácticamente paralelas. Las unidades de rastreo dobles son para inspección de materiales de cierto grado de corrosión en la superficie posterior o que hayan estado en servicio.

El análisis y revisión de la medición de espesores es conforme al API-650 sección 3 y API-653 sección 4. La numeración de cada placa para la localización de las áreas o puntos medidos será como sigue.

Los anillos se enumeran de abajo hacia arriba y empezando con el primer anillo. Cada placa se enumerara en sentido de las manecillas del reloj empezando con el número 1 en cada anillo y con la placa más cercana al punto cardinal norte de referencia o bien el registro de entrada hombre inferior Se registran 6 lecturas como mínimo por placa registrando las lecturas en un formato para entrega.

- **Protección mecánica a fondo, cúpula y envolvente**

La preparación de la superficie debe de garantizar dos parámetros: el primero es la ausencia de contaminantes visibles y no visibles en la superficie que recibirá la protección y el segundo, es el perfil de anclaje necesario.

La limpieza será con arena sílice o granalla y la superficie debe de quedar a metal blanco la profundidad de anclaje se logra siempre y cuando la presión de salida del abrasivo en la boquilla sea de 90 - 100 lbs/pulg².

- **Protección anticorrosivas a fondo, cúpula y envolvente**

Será aplicado un recubrimiento anticorrosivo posterior a la preparación de la superficie. Será aplicada una capa de primario y un elemento de acabado. Los recubrimientos anticorrosivos deberán cubrir las normas ambientales vigentes.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

De acuerdo a proveedores el recubrimiento propuesto sería primario epóxico de dos componentes RP-10 Modificado más acabado epóxico catalizado de dos componentes altos sólidos RA-29 Modificado.

- ***Pruebas hidrostáticas en tuberías y equipos de proceso***

Para asegurar la hermeticidad de los equipos de proceso y de los sistemas de tuberías de proceso se realizarán pruebas en fábrica (FAT) de los equipos solicitando a los proveedores la certificación de la pruebas además serán realizadas pruebas en sitio (SAT).

En la terminal antes de proceder a la ejecución de la prueba, se debe realizar una inspección previa total del tramo a probar con el fin de verificar que se ha cumplido con la terminación de todas las uniones soldadas, ensayos no destructivos de las mismas, revestimiento y sus pruebas de aislamiento.

Se considera el diseño apropiado para las etapas de limpieza y prueba, y se dispondrá de conexiones para alimentación de agua, drenajes, venteos, manómetros, termómetros registradores de presión (en donde aplique), válvulas de bloqueo.

La calibración de los manómetros, registradores o indicadores de presión será certificada por una empresa evaluada y acreditada para estas actividades y su rango será al menos 1.5 veces la presión máxima de prueba. La localización normal del manómetro registrador y/o el de presión debe hacerse cerca de la bomba de alta presión.

Para la operación de llenado de la línea una bomba de alto volumen (caudal), será instalada con todos los materiales y accesorios para la ejecución de la actividad. La línea será llenada con agua, limpia y libre de elementos agresivos para la tubería.

Una vez terminada la prueba se dispondrá del agua y se verificarán la graficas de presión-temperatura para verificar que no haya caída de presión y en su caso realizar las reparaciones sobre el sistema.

1.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

La terminal dentro de sus operaciones tiene las tareas de recibir productos petrolíferos, almacenar y entregarlos, básicamente los productos manejados son:

- Gasolina regular
- Gasolina Premium
- Diésel automotriz
- Oxigenantes

Estos productos son recibidos, almacenados y entregados en forma líquida.

La densidad de los productos es de:

Producto	Densidad (kg/m ³)
Gasolina regular	770
Gasolina Premium	770
Diésel automotriz	880
Oxigenante	741-789

Tabla 36. Densidad de los productos

Las condiciones de operación para cada uno de los productos para cada una de las fases se presentan a continuación:

Área de Recepción

Producto	Condiciones de operación			Condiciones de diseño		
	Flujo (m ³ /h)	Presión (kg/cm ²)	Temp.	Flujo (m ³ /h)	Presión (kg/cm ²)	*Temp. (°C)
Gasolina regular	1,987.5	5.09	Ambiental	1,987.5	19.69	37.78
Gasolina Premium	1,987.5	5.09	Ambiental	1,987.5	19.69	37.78
Diésel automotriz	1,987.5	5.09	Ambiental	1,987.5	19.69	37.78
Oxigenante	1,987.5	5.09	Ambiental	1,987.5	19.69	37.78

Tabla 37. Condiciones operativas y de diseño

**Nota: Se toma como temperatura de diseño la máxima permitida por la clase del sistema para la presión dada, en caso de considerar una mayor temperatura la presión será corregida.*

Área de almacenamiento

Producto	Condiciones de operación			Condiciones de diseño		
	Flujo (m ³ /h)	Presión (kg/cm ²)	Temp.	Flujo (m ³ /h)	Presión (kg/cm ²)	*Temp. (°C)
Gasolina regular	1,987.5	Atmosférica	Ambiental	1,987.5	0.18	45
Gasolina Premium	1,987.5	Atmosférica	Ambiental	1,987.5	0.18	45
Diésel automotriz	1,987.5	Atmosférica	Ambiental	1,987.5	0.18	45
Oxigenante	1,987.5	Atmosférica	Ambiental	1,987.5	0.18	45

Tabla 38. Condiciones operativas y de diseño

Área de Entrega

Producto	Condiciones de operación			Condiciones de diseño		
	Flujo (m ³ /h)	Presión (kg/cm ²)	Temp.	Flujo (m ³ /h)	Presión (kg/cm ²)	*Temp. (°C)
Gasolina regular	113.57	3.2	Ambiental	113.57	19.69	37.78
Gasolina Premium	113.57	3.2	Ambiental	113.57	19.69	37.78
Diésel automotriz	113.57	3.2	Ambiental	113.57	19.69	37.78
Oxigenante	113.57	3.2	Ambiental	113.57	19.69	37.78

Tabla 39. Condiciones operativas y de diseño

**Nota: Se toma como temperatura de diseño la máxima permitida por la clase del sistema para la presión dada, en caso de considerar una mayor temperatura la presión será corregida.*

Ver Anexo I.3.1 (A-300) (Diagrama de Tubería e Instrumentación)

I.3.2 (A-301) (Diagrama de Tuberías e Instrumentación Llenaderas de Auto-tanques (1/2))

I.3.3 (A-302) (Diagrama de Tuberías e Instrumentación Llenaderas de Auto-tanques (2/2))

I.3.5 (A-100) (Diagrama de Flujo de Procesos Almacenamiento)

I.3.6 (A-101) (Diagrama de Flujo de Procesos Llenaderas de Auto-tanque)

I.3.1. *Especificación del cuarto de control*

a). Obra civil

El cuarto de control será tipo bunker, la estructura principal será de muros de concreto reforzado de 30 cm (según proyecto estructural) con un terminado aparente.

El concreto reforzado a utilizar en estructuras y losas será con una resistencia de $f'c=250$ kg/cm² y varillas corrugadas de acero $f'y=4,200$ kg/cm² con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de $f'c=100$ kg/cm²

Los firmes serán de Concreto reforzado $f'c=200$ kg/cm² y malla electrosoldada con varillas de acero liso $f'y=5,000$ kg/cm² con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de $f'c=100$ kg/cm² y sobre este firme un piso falso modular de 40x40 cm.

b). Obra Telecomunicaciones

El cuarto de control alojará la mayor concentración de cableado de señalización, equipos de control y equipos de telecomunicaciones. Se considera que el cuarto de control contenga un espacio dedicado para el alojamiento de los equipos de telecomunicaciones (site).

Se considera que el cuarto de control sea un espacio específico para el alojamiento de equipos de telecomunicaciones, equipos de control y estaciones de trabajo (incluyendo equipos de cómputo y mobiliario) por lo que es necesario evitar equipo como ductos, tuberías, paneles eléctricos debido a la posible Interferencia Electromagnética (IEM) y al derramamiento potencial de fluidos y gases. El site de telecomunicaciones dentro del cuarto de control considera los siguientes aspectos.

- Las dimensiones del site de telecomunicaciones contemplarán el espacio para alojar un gabinete adicional con dimensiones correspondientes al gabinete de mayor capacidad.
- Evitar ubicar el site en lugares donde pueda haber filtraciones de agua ya sea por techo o paredes.
- Facilidad de acceso para equipos de mayor tamaño (aplica para el cuarto de control).
- Es recomendable que el site se ubique cerca de la trayectoria del backbone³.
- El site estará alejado de fuentes de interferencia electromagnética como motores y cableados de alta tensión.
- El site estará alejado de fuentes de vibración (aplica para el cuarto de control)

³ Backbone: Se refiere a las canalizaciones del cableado troncal o principal, es decir, el cableado que une la comunicación entre edificaciones



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

- El site será ubicado a una altura adecuada, libre de inundaciones (aplica para el cuarto de control).
- Es recomendable que para facilitar el enrutamiento de los cables horizontales, el site de telecomunicaciones no tenga techo falso.
- Se recomienda que la iluminación del site de telecomunicaciones y el cuarto de control sea al menos de 500 luxes.
- Los interruptores de luz tendrán un fácil acceso cercano a los acceso tanto del cuarto de control como el site de telecomunicaciones o bien confinados en un solo punto cercano al acceso principal del cuarto de control.
- Se preverá, como mínimo, dos tomas eléctricas dúplex o simples dedicadas al equipo de telecomunicaciones, cada una en un circuito derivado separado.
- Adicionalmente se colocarán tomas auxiliares cada 1.8 m alrededor perímetro del cuarto, a una altura apropiada al sitio de instalación.
- Los espacios del site de telecomunicaciones no se compartirán con instalaciones eléctricas diferentes a las destinadas al uso del equipo de telecomunicaciones.
- La puerta del site tendrá un mínimo de 0.9 m (36 in) de ancho y 2.4 m (80 in) de alto, sin umbral, con bisagras que permitan abrirla hacia afuera (o hacia ambos lados) y estar provista de una cerradura (aplica para el cuarto de control).
- El vano de la puerta al cuarto de telecomunicaciones será de tamaño adecuado para permitir el ingreso del equipo requerido. Se considerara también su ubicación con respecto a las mangas y ranuras para facilitar la instalación del cable (aplica para el cuarto de control).

El cuarto de control contendrá distribuidores de piso o cross-connect horizontal, el cual está conformado por hardware de conexión y cordones usados para conectar servicios de cableado backbone o de equipo activo, con el cableado horizontal. Aparte de alojar las conexiones del cableado horizontal, el cuarto de control contendrá distribuidores o cross-connects del sistema de backbone (fibra óptica) que atienden las demás edificaciones de la terminal. el cross-connect principal y el distribuidor de edificio o cross-connect intermedio se usan para configurar la topología física requerida, debido a ello se consideran pisos falsos en el interior del cuarto de control y en el site de telecomunicaciones para facilitar el mantenimiento de la red y las penetraciones del cableado eléctrico y de señalización al interior del cuarto de control se recomienda, también, que los pisos, paredes y techos sean sellados para eliminar el polvo, que los acabados sean de colores claros para mejorar la iluminación del cuarto.

c). Detección de incendio

El cuarto de control contara con un sistema de detección temprana de incendios compuesta por detectores distribuidos en el área del cuarto, estas señales se envían a el PLC del sistema de control contra incendio, el cual notifica vía sonora y visual el estado de la operación dentro del cuarto de control.

Este sistema se encuentra respaldado por energía interrumpible UPS por lo que aún en una eventual situación de emergencia el cuarto se encuentra protegido por el sistema de alerta temprana.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Para la protección de equipo de cómputo se proveerá un equipo de gas inerte del tipo FM200 con sistema de disparo automático y con una protección de disparo manual.

Este tipo de sistemas garantiza la pronta recuperación de las instalaciones ya que solamente se elimina el oxígeno del área a proteger dejando limpios equipos e inmueble prácticamente listos para continuar después del conato de siniestro.

d). Instalación eléctrica

El sistema eléctrico del cuarto de control tiene una redundancia del 100% es decir que en caso de falla de suministro eléctrico, los sistemas críticos se encuentran respaldados por una unidad de UPS en carga plena y este a su vez tiene un respaldo de planta de emergencia del 100% de la carga crítica del edificio del cuarto de control como son sistemas de detección, y contra incendio, comunicaciones y la operación misma de la red de computo de proceso y administrativas.

Los equipos eléctricos se encuentran confinados dentro del área correspondiente, con puertas de acceso con chapa que garantiza la seguridad de esta área solo para personal autorizado, las trincheras de suministro eléctrico al cuarto de control se encuentran selladas con barreras anti-fuego.

e). Equipos del sistema de control

En el cuarto de control será alojado el sistema de control supervisor el cual está formado por un conjunto de sistemas encargados de realizar las operaciones en la Terminal de Almacenamiento de manera automática, tales como la telemedición de tanques, control del sistema de válvulas operadas eléctricamente, el control de bombas, sistemas de medición en la carga y descarga de producto, así como control de acceso vehicular y el sistema de transacciones y facturación.

El sistema de control supervisor es el encargado de asegurar las óptimas condiciones de operación y seguridad, generando notificaciones y/o alarmas de eventos ocasionados por condiciones anormales.

En el cuarto también se localiza el sistema de control contra incendio, que es un conjunto de sistemas encargados del monitoreo y registro de eventos que puedan generar condiciones de operación inseguras dentro de las instalaciones de la Terminal de Almacenamiento. Así mismo, el sistema de control del SCCI tendrá la capacidad de generar alertas y/o alarmas de manera visual y auditiva en caso de detectar humo, fuego o mezclas explosivas con la finalidad de mitigar el riesgo de que ocurran incidentes dentro de las instalaciones.

Existe comunicación entre el sistema de control contra incendio y el sistema de control supervisor, cuando el SCCI registra una condición de alerta, envía una señal al sistema de control supervisor el

cual activa automáticamente una serie de acciones para aislar el área y/o parar las operaciones de la terminal.

1.3.2. Sistema de aislamiento y contención para derrames

Dadas las características propias de los productos inflamables y combustibles a almacenar en la terminal hace que las áreas donde se manejan y almacenan estos productos requieran contar con sistemas de aislamiento y contención en caso de fugas y derrames.

Para estas eventualidades fueron considerados los siguientes sistemas de contención:

- Red de drenaje aceitoso con separador de agua-aceite (fosa API)
- Diques de contención en tanques de almacenamiento con drenajes aceitosos y pluviales compuestos por rejillas pluviales, copas de purga, registros con sello hidráulico y caja de válvulas para seleccionar el producto a desalojar.
- Sistemas de contención con rejillas pluviales y encauce al drenaje pluvial o aceitoso en área de llenaderas de auto-tanques.
- Sistema de charolas para recolección de producto derramado en el área de carro-tanques con rejillas para su encauce al drenaje pluvial o aceitoso
- Sistema de contención y encauce al drenaje pluvial o aceitoso en área de bombas

En el área de tanques de almacenamiento son considerados diques de contención, en este caso fueron diseñados considerando varios tanques en un solo dique con interdiques. La capacidad volumétrica del dique es calculado como mínimo 1.2 veces el volumen nominal del tanque de mayor capacidad más el volumen que otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, incluyendo mochetas, tuberías, válvulas, escaleras, corona de cimentación del tanque.

El dique tiene una altura máxima de 1.8 m desde la parte exterior, en el interior sobre pasa el 1.8 m por lo que son consideradas plataformas de operación para el accionamiento manual de válvulas dentro del dique.

Los diques fueron considerados de concreto reforzado y en su interior con piso de concreto, el diseño considera contener y resistir la presión lateral que le pueda transmitir la altura total hidrostática, considerando el líquido almacenado como agua, los pisos tienen una pendiente del 1% para que el escurrimiento sea dirigido hacia las rejillas de drenaje pluvial el cual considera un sello hidráulico.

Dentro de cada dique también se localiza un drenaje aceitoso con tubería de acero al carbono que recolecta los drenes de los tanques de almacenamiento para lo que cuenta con copas y/o cajas de purga así como un registro con sello hidráulico. Fuera del dique se localiza una caja de válvulas que controla el flujo de los drenajes aceitosos y pluviales, si el drenaje pluvial se encuentra contaminado



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

será dirigido hacia el drenaje aceitoso y separador agua-aceite, en caso de no ser así, entonces se abrirá la válvula del drenaje pluvial y se enviara a la red de drenaje pluvial de la terminal.

En el área de llenaderas cada isla y el espacio entre ellas contarán con registros para drenajes aceitosos (provistos de sellos hidráulicos) que capten posibles derrames de hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.

En el área de carrotanques se localizan charolas de captación para cualquier derrame que se pudiera localizar en el área de carga, esta charolas son encausadas al drenaje aceitoso (provistos de sellos hidráulicos) y enviado al separador.

En el área de bombas el equipo se localiza en un área desplantado sobre un piso impermeable de concreto, delimitado por un sardinel, este piso cuenta con una pendiente hacia una rejilla de drenaje aceitoso que en caso de un derramo se pueda contener en el área y ser enviado al separador.

El separador agua aceite cumplirá con los requerimientos del API 421 y recibirá los derrames de hidrocarburos, mezclas de agua-aceite de posibles derrames, agua de lluvia o por agua contra incendio y de purgas por labores de mantenimiento.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

1.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1. 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
2010	Cd. Victoria, Tamps. México	Terminal de Almacenamiento y Despacho (TAD) Cd. Victoria	Gasolinas	Suspensión de la energía eléctrica	Corto circuito en líneas de alimentación que se ubican entre subestación principal y tablero de interruptores de poliducto. El corto se presentó en el registro eléctrico No. RE-04 ubicado en la frontera física con el Sector ductos.	Registro eléctrico RE-004, 2 fases quemados en su aislamiento y fundidos en el metal conductor. RE-04	Aplicación de procedimientos internos
2009	Bayamón, Puerto Rico.	Caribbean Petroleum Corporation. (CAPECO)	Gasolina	Derrame y explosión de tanques cercanos en efecto domino.	Fallo en los sensores de nivel de llenado.	Los contaminantes alcanzaron las aguas del Caño de la Malaria y del Caño Mosquito en Cataño afectando la biodiversidad del ecosistema. El hábitat de varias especies, algunas de ellas en peligro de extinción, fue destruido y muchos animales incluyendo peces y reptiles murieron por la explosión, el incendio y la contaminación.	El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales estableció un plazo de 30 días para que la compañía petrolera desarrollara un plan de mitigación y remediación de los daños identificados debido al derrame de hidrocarburos en el suelo y en los cuerpos de agua, dicho plan debería ser ejecutado en un periodo no mayor a seis meses.
2005	Hertfordshire, Reino Unido.	Terminal de almacenamiento de Buncefield Oil Storage Depot.	Gasolina	Derrame y explosión en tanque de almacenamiento de gasolina.	Los fallos en el diseño y mantenimiento de los sistemas de protección para evitar el sobrellenado de tanques	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	Durante el término de la operación, se utilizaron bombas de alto volumen para mover el agua excedente alrededor del sitio para asegurar que toda el agua contaminada fuera mantenida en el lugar para evitar cualquier contaminación potencial de los sub-estratos de creta



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2003	Nagoya, Aichi, Japan.	Marunaka Kosan Co., Ltd.	Gasolina.	Incendio en tanques por remodelación.	El vapor de gasolina generado cerca del tanque No.2 circuló alrededor de la circunferencia del tanque, y el gas fue encendido por una fuente de fuego durante la construcción del tanque No.24.	Sin componentes ambientales afectados.	
2003	Glenpool, Oklahoma, Estados Unidos.	Glenpool South de ConocoPhillips Company.	Diésel, Gasolina	Incendio y explosión en tanque de almacenamiento.	Ignición de una mezcla inflamable de combustible y aire dentro del tanque por una descarga de electricidad estática.	Sin componentes ambientales afectados.	
2002	Yokohama, Kanagawa, Japan.	Refinería de petróleo JXTG	Gasolina.	Incendio en un tanque de gasolina flotante interno durante la operación de recepción de un camión cisterna.	Dos posibilidades fueron indicadas. 1) El aire presurizado remanente en la tubería se descargó en el tanque, y parte del techo flotante y la pared del tanque hicieron contacto fuerte entre sí. 2) Las piezas que se habían corroído se desprendieron debido a las vibraciones en la parte receptora, y las chispas se generaron por la fricción de metal a metal causada por la caída de piezas.	Sin componentes ambientales afectados.	



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

1.4.2. Metodología de identificación y jerarquización

1.4.2.1 Premisas, consideraciones y criterios aplicados.

✓ Premisas.

La realización del Estudio de Riesgo, modalidad Análisis de Riesgo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas, la integración y formalización del GMAER.TARLC.2018-01 mediante acta constitutiva, fue realizado siguiendo los criterios establecidos en el procedimiento 800-16400-DCO-GT-75 “Guías técnicas para realizar análisis de riesgos de proceso” vigente.

El Estudio de Riesgo fue realizado con la metodología HazOp considerando la etapa de Ingeniería Básica de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas.

El análisis de riesgo compartido entre la Terminal de Almacenamiento de Carbón y la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas fue elaborado con metodología ¿Qué pasa si? al igual que los posibles riesgos por fenómenos naturales.

Los análisis de consecuencias (simulación de escenarios de riesgo por fugas y derrames), serán realizados utilizando la herramienta informática PHAST.

✓ Consideraciones.

Todos los escenarios de riesgo, ubicados en las zonas de riesgo ALARP y No Tolerable con impacto al medio ambiente, no serán simulados ya que estos son evaluados y jerarquizados en función del tiempo de respuesta para la atención de fugas y derrames. Sin embargo, pueden quedar contemplados en aquellos con impacto al personal y a la población debido a fugas y derrames de hidrocarburos.

Todos los escenarios de riesgo, derivados de la jerarquización, que estén ubicados en las zonas de riesgo ALARP (riesgo indeseable y aceptable con controles), y No Tolerable con impacto a la producción y a las instalaciones, no serán simulados ya que éstos serán evaluados y jerarquizados en función del costo estimado, el primero por no producir o transportar los hidrocarburos y el segundo por la reparación de las instalaciones. Sin embargo, pueden quedar contemplados en aquellos con impacto al personal y a la población debido a fugas y derrames de hidrocarburos.

Todos los escenarios que generan como consecuencia incendio y/o explosión serán simulados ya que pueden ocasionar daños al personal y/o a la población.

Los resultados derivados de la metodología ¿Qué pasa si?, solo serán jerarquizados con las matrices de 6x6 siguiendo los criterios establecidos en el procedimiento 800-16400-DCO-GT-75 “Guías técnicas para realizar análisis de riesgos de proceso” vigente. Los escenarios no serán simulados ya que sus consecuencias serán reflejadas al momento de ocurrir el incidente y tomando en cuenta también que son derivados por factores externos.

Los nodos, escenarios y recomendaciones solo serán codificados los que sean derivados de la metodología HazOp.

✓ **Criterios utilizados para la simulación de escenarios.**

Condiciones meteorológicas. Como hace falta información estadística confiable de una Estación Meteorológica reconocida para la velocidad de viento y estabilidad de Pasquill de al menos 3 años, son empleados los criterios establecidos en el documento DCO-GDOESSSPA-CT-001: velocidad de viento 1.5 m/s con estabilidad de Pasquill F, así como una adicional de 3 m/s con estabilidad de Pasquill D.

Condiciones atmosféricas. De acuerdo con los registros de al menos 3 años de la Comisión Nacional del Agua para la región, la temperatura ambiente máxima promedio es de 24.4 °C y la humedad relativa promedio de 70 %, valores empleados para la simulación de escenarios.

Todos los escenarios de riesgo, derivados de la jerarquización, ubicados en las zonas de riesgo ALARP (riesgo indeseable y aceptable con controles) y No Tolerable con impacto al personal y a la población se simularán con los diámetros equivalentes de fuga (DEF) establecidos en los criterios técnicos del documento DCO-GDOESSSPA-CT-001 “Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas”.

Los inventarios para la simulación de escenarios son calculados de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IF = (fm \times t) + \left(\left(\left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right) \times \rho \right)$$

IF – Inventario de fuga (kg).

fm – Flujo másico (kg/s).

t – Tiempo que transcurre desde que se presenta la fuga, hasta que esta es aislada cerrando las válvulas de seccionamiento (s).

d – Diámetro de la línea, tubería o ducto (m).

D – Distancia que existe entre válvulas de seccionamiento o bloqueo que aíslan la fuga (m).

ρ – Densidad de la sustancia (kg/m³).

Para obtener el material fugado se consideró un tiempo de 2 minutos, tiempo aproximado de cierre de válvulas.

En la siguiente tabla están los criterios seleccionados para los Diámetros Equivalentes de Fuga (DEF) de los escenarios simulados.

Para el caso alterno:	Línea de proceso: 3/4" ≤ DN ≤ 2"	DEF = 1.00 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Línea de proceso: 2" ≤ DN ≤ 4"	DEF = 0.30 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Línea de proceso o ductos de transporte: 6" ≤ DN	DEF = 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Bridas	Según el diámetro de la línea de proceso, aplican los criterios anteriores [1.0*(DN), 0.3*(DN) y 0.2*(DN)]
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso	Para todos los tamaños de flechas DEF = Calcularlo con el 100% del área anular
	Sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso	Para todos los tamaños de vástagos DEF = Calcularlo con el 100% del área anular
	EL DEF en el cuerpo de un recipiente, será aquel que sea determinado por el GMAER.	
Para el caso más probable:	Línea de proceso: 3/4" ≤ DN ≤ 2"	DEF = 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Línea de proceso: 2" ≤ DN ≤ 4"	DEF = 0.6" [por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura]
	Línea de proceso o ductos de transporte: 6" ≤ DN	DEF = 0.75" para DN de 6" a 14" DEF = 1.25" para DN de 16" a 24" DEF = 2.0" para DN mayores de 30" [por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura]
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso. Empaquetaduras en válvulas de proceso	DEF = Calcularlo con el 40% del área anular que resulte
	EL DEF en el cuerpo de un recipiente, será aquel que sea determinado por el GMAER.	

Los límites de exposición por radiación térmica y sobrepresión de referencia son los estipulados en las Guías de la SEMARNAT y en el numeral 2.3.1 y Tabla 2 del documento DCO-GDOESSSPA-CT-001:

Radiación Térmica: 1.4 kW/m² para la zona de amortiguamiento y 5.0 kW/m² para la zona de alto riesgo.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Sobrepresión: 0.5 psi para la zona de amortiguamiento y 1.0 psi para la zona de alto riesgo.

Adicionalmente, se consideraron 37.5 kW/m² y 10 psi como límites de destrucción de equipo por radiación térmica y sobrepresión, respectivamente.

✓ **Criterios utilizados para la codificación de nodos, escenarios de riesgo y recomendaciones.**

Nodos. Identificados con el siguiente ejemplo: 01.01

Donde:

01- Número de nodo.

01 – Consecutivo del escenario asociado al nodo.

Escenarios de Riesgo. Identificado con el siguiente ejemplo: TARLC.DES.GRE.01.03.

Dónde:

TARLC: Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas

DBT: Descarga de buque-tanque

ALM: Almacenamiento

LLE: Llenaderas a auto-tanque

BOM: Bombeo

DES: Descargadera

GR: Gasolina Regular

GPR: Gasolina Premium

DIE: Diésel automotriz

O: Oxigenante

01.03: Consecutivo del escenario de riesgo

Recomendaciones. Se identifica con el siguiente ejemplo: ER.TPP.TARLC.2018-01.

Dónde:

ER – Estudio de Riesgo

TPP – Terminales Portuarias del Pacífico

TARLC – Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas

2018 – Año de la identificación de la recomendación

01 – Consecutivo de la recomendación

Descripción de escenarios:

Para la descripción de los escenarios de riesgo se considera la forma y condiciones en que ocurre la fuga o derrame de la sustancia peligrosa, diámetro equivalente de fuga (DEF), ubicación del evento, presión y temperatura del proceso e inventario. Donde aplique, se incluyen escenarios que se contemplan en la descripción como equivalentes.

Análisis de consecuencias (Diagrama de pétalos):

De acuerdo con los criterios establecidos en el documento DCO-GDOESSSPA-CT-001 los Diagramas de Pétalos se obtendrán con velocidad de viento de 1.5 m/s y con estabilidad de Pasquill F.

Criterios para la selección de metodologías de identificación de riesgos.

Los elementos que influyeron sobre la selección de las metodologías a emplear son:

- Lineamientos aplicados en el estudio
- La fase del desarrollo del sistema
- Tipo de sistema y peligro analizado
- Nivel potencial de severidad
- Requisitos de experiencia de un Grupo Multidisciplinario

En términos generales las metodologías seleccionadas cumplen con las siguientes características:

- Son técnicamente defendibles
- Permiten identificar los peligros de origen y jerarquizar los riesgos de forma cualitativa así como las medidas de mitigación para poder controlarlos.

A continuación es mostrada una tabla con el uso típico de las metodologías de acuerdo con la etapa de vida del proceso.

Etapa	Lista de verificación	¿Qué pasa si?	FMEA	HazOp	Árbol de fallas
Investigación y desarrollo		•			
Diseño conceptual	•	•			
Operación de planta piloto	•	•	•	•	•
Ingeniería de detalle	•	•	•	•	•
Construcción y arranque	•	•			
Operación rutinaria	•	•	•	•	•
Expansión o modificación	•	•	•	•	•
Desmantelamiento	•	•			



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

La metodología aplicada para la identificación de peligros en la etapa de operación de la Terminal de Almacenamiento y Reparto será “Análisis de Peligros y Operabilidad (HazOp)” y para el riesgo compartido entre la Terminal de Almacenamiento de Carbón y la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas será ¿Qué pasa si? al igual que para el análisis de fenómenos naturales.

Ver Anexo **I.4.5** (Análisis de Peligros y Operabilidad (HazOp))
1.4.6 (Metodología ¿Qué pasa si?)

Jerarquización de riesgos

Para la jerarquización de los riesgos identificados con las diferentes metodologías aplicadas para el estudio de Riesgo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas se empleó matrices de 6 x 6.

Ver Anexo **I.4.7** (Matrices de riesgo de 6 x 6)

La aplicación de las metodologías y la identificación de riesgos de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas para el presente Estudio de Riesgo están ubicados en el Anexo “Reporte de identificación de riesgos”

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

II.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Ver Anexo II.4. (Memoria de Cálculo Inventarios Fugados)

II.1.1. (Modelación de Consecuencias)

II.1.2. (Summary)

II.1.3 (Análisis de Consecuencias de Escenarios de Riesgo)

II.1.4 (Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento)

II.2. INTERACCIONES DE RIESGO

De acuerdo con el análisis de consecuencias, el escenario de riesgo crítico con afectaciones al personal, población, instalación y medio ambiente es por ruptura del tanque TV-01 y/o TV-02 de Diésel, el cual alcanza un radio de 1,174 m para la zona de amortiguamiento por sobrepresión, por lo cual se deben agendar y dar cumplimiento a los programas de simulacros, programas de mantenimiento y de operación, así como la aplicación de planes de respuesta a emergencias en la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas para garantizar un óptimo nivel de seguridad del personal y de las instalaciones de la misma.

Dentro de la estructura de este plan de respuesta a emergencias, contemplar la conformación de un Grupo de Ayuda Mutua con las empresas vecinas como la TAD Pemex para combatir alguna emergencia como este tipo.

Como resultado de la identificación de riesgos por la metodología HazOp, todos los escenarios que tengan como consecuencia derrame y/o incendio de producto incluirlos en el Plan e Respuesta a Emergencias de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas.

Además, de implementar las recomendaciones derivadas del presente análisis de riesgos.

Ver **Anexo II.1.3** (Análisis de Consecuencias de Escenarios de Riesgo)

II.2 (Interacciones de Riesgo)

II.2.4 (Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento)

II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Con base en los resultados de las simulaciones de los escenarios de riesgo, se observa que en caso de ocurrir un accidente, la parte del sistema ambiental que se vería afectado es el área de la Dársena Oriente, la superficie de la jurisdicción y alrededores de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas y parte de la Isla el Cayacal. Con respecto a la flora y fauna, la TAR Lázaro carece



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

de vegetación natural, y únicamente en las áreas verdes localizadas en el lugar existen especies de ornato, vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, así como tulares y malezas; la fauna local, debido a la intensa actividad industrial y portuaria de la zona es escasa, predomina el avifauna como chachalacas, palomas de alas blancas, Golondrina Tijerilla, entre otros, algunos mamíferos como las ratones, ardillas, tuzas y, reptiles como lagartijas ralladas, cuijas e iguanas.

Por la ubicación de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas no afecta alguna área natural protegida.

Además, la TAR Lázaro Cárdenas se encuentra dentro de las Unidades de Gestión Ambiental In2_34, In2-42 e If2_29 con usos de suelo industrial e infraestructura y política de aprovechamiento según el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Zona Industrial y Portuaria de Lázaro Cárdenas Ocampo (OERZIPLCM). Éstas recibirán influencia indirecta a causa de las operaciones del proyecto. Por lo que, los impactos ambientales no incidirán sobre la flora y fauna y/o modificación del hábitat de las colindancias de la TAR Lázaro Cárdenas.

Ver **Anexo II.3** (Efectos sobre el Sistema Ambiental)
II.2.4 (Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento)

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

El GMAER.TARLC.2018-01 realizó la identificación de riesgos de la Terminal de Almacenamiento y Reparto (TAR) Lázaro Cárdenas mediante metodología de Análisis de Peligros y Operabilidad (HazOp), así como los riesgos compartidos con la Terminal de Almacenamiento de Carbón, con los resultados siguientes:

Generadas de la elaboración del Análisis de Riesgos de Procesos y del análisis de riesgo compartido.

ER.TPP.TARLC.2018-01	ER.TPP.TARLC.2018-15
ER.TPP.TARLC.2018-02	ER.TPP.TARLC.2018-16
ER.TPP.TARLC.2018-03	ER.TPP.TARLC.2018-17
ER.TPP.TARLC.2018-04	ER.TPP.TARLC.2018-18
ER.TPP.TARLC.2018-05	ER.TPP.TARLC.2018-19
ER.TPP.TARLC.2018-06	ER.TPP.TARLC.2018-20
ER.TPP.TARLC.2018-07	ER.TPP.TARLC.2018-21
ER.TPP.TARLC.2018-08	ER.TPP.TARLC.2018-22
ER.TPP.TARLC.2018-09	ER.TPP.TARLC.2018-23
ER.TPP.TARLC.2018-10	ER.TPP.TARLC.2018-24
ER.TPP.TARLC.2018-11	ER.TPP.TARLC.2018-25
ER.TPP.TARLC.2018-12	ER.TPP.TARLC.2018-26
ER.TPP.TARLC.2018-13	ER.TPP.TARLC.2018-27
ER.TPP.TARLC.2018-14	ER.TPP.TARLC.2018-28

Para las cuales se elaborara su plan de atención correspondiente.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

El balance total de las recomendaciones derivadas de este Estudio de Riesgo:

	Tipo A (No tolerable)	Tipo B (Indeseable)	Tipo C (Aceptable con controles)	Tipo D (Tolerable)	Total
Inventario	0	1	22	5	28
Atendidas	0	0	0	0	0
Pendientes	0	1	22	5	28

Relación de recomendaciones del Estudio de Riesgo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto (TAR) Lázaro Cárdenas:

Número	Descripción	Estatus	Observaciones o justificación técnica
ER.TPP.TARLC.2018-01	Colocar Indicadores de Presión en Brazo de Carga Marino BCM-01	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-02	Colocar válvula de bloqueo a pie de Brazo de Carga Marino BCM-01	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-03	Considerar sistema de contención de hidrocarburos en cuerpos de agua en el Plan de Respuesta a Emergencias	Abierta Tipo B	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-04	Analizar conveniencia de instalar válvula de alivio por expansión térmica en VOE-004	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-05	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en VOE-051, VOE-054, VOE-057 y en válvulas a pie de tanques TV-04, TV-05, TV-06, VOE-051, VOE-054 Y VOE-057	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-06	Analizar conveniencia de instalar instrumento de medición analógica de nivel en tanques de almacenamiento	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-07	Analizar conveniencia de instalar Interruptores por Baja Presión en succión de bombas	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-08	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en tuberías de descarga de bombas BA-02, BA-03, BA-04 y BA-05 y en VOE-052, VOE-055 y VOE-058	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-09	Analizar conveniencia de instalar Interruptores por Alta presión en descarga de bombas.	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-10	Analizar conveniencia de instalar válvulas de recirculación.	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Número	Descripción	Estatus	Observaciones o justificación técnica
ER.TPP.TARLC.2018-11	Analizar conveniencia de instalar válvula de alivio por expansión térmica en VOE-007	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-12	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en VOE-060, VOE-063 y en válvulas a pie de tanques TV-03 y TV-08	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-13	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en tuberías de succión y descarga de bombas BA-06, BA-07, y BA-08 y en VOE-61 y VOE-064	Abierta Tipo D	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-14	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en VOE-006	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-15	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en válvulas de entrada y salida a pie de tanques en TV-07 y TV-09 y VOE-066 y VOE-068	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-16	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en tuberías de succión y descarga de bombas BA-D01 y en VOE-067 y VOE-069	Abierta Tipo D	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-17	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en VOE-017	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-18	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en válvulas de entrada y salida a pie de tanque en TV-01 y TV-02 y VOE-070 y VOE-073	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-19	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en tuberías de succión y descarga de bombas BA-09, BA-10, BA-11, BA-12 y BA-13 y VOE-071 y VOE-074	Abierta Tipo D	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención

Número	Descripción	Estatus	Observaciones o justificación técnica
ER.TPP.TARLC.2018-20	Analizar conveniencia de instalar válvula check en línea 16"-GR-003-A53, aguas abajo de VOE-004	Abierta Tipo D	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-21	Analizar conveniencia de instalar válvulas de alivio por expansión térmica en VOE-020	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-22	Analizar conveniencia de instalar válvula check en línea 16"-GR-003-A53, aguas abajo de VOE-004	Abierta Tipo D	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-23	Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-24	Colocar Barda divisoria entre Terminal de Almacenamiento de hidrocarburos y Terminal de Almacenamiento de Carbón.	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-25	Colocar sistema de aspersion de agua en barda divisoria.	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-26	Elaborar programa de capacitación.	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-27	Elaborar procedimiento operativos	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención
ER.TPP.TARLC.2018-28	Elaborar procedimientos para riesgos por fenómenos naturales	Abierta Tipo C	Se elaborara el plan de acción correspondiente para su atención

III.1.1. **Sistemas de seguridad**

Independientemente de que las operaciones son controladas, la Terminal cuenta con un Sistema de Control Contra Incendio (SCCI), el cual se encarga de centralizar la información proporcionada por sensores ubicados de manera estratégica en la terminal capaces de detectar mezclas explosivas, humo y fuego; posterior a la detección de una condición fuera de rango, el SCCI se encarga de ejecutar acciones de control de siniestros de forma automática con apoyo del SCS y la red del Sistema Contra Incendio⁴.

⁴ **Red del sistema contra incendio:** La red del sistema contra incendio está formada por:

El objetivo del (SCCI) es obtener respuesta inmediata ante un evento que pueda poner en riesgo la integridad del personal, de las instalaciones, del entorno donde sea ubicada la terminal y del medio ambiente, así mismo el SCCI contará con un servidor de respaldo de histórico de eventos.

Cabe mencionar que dichos sistemas son diseñados considerando la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-006-ASEA-2017, "Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo."

Sistema de Control Contra Incendio

La Terminal de Almacenamiento cuenta con un sistema formado a base de un sistema de control de alarmas y actuadores de válvulas que recibe señales a través de sensores de detección de fuego, humo y mezclas explosivas para ejecutar acciones de mitigación y aviso ante un siniestro.

El SCCI tiene una arquitectura formada por 3 niveles de control, en el primer nivel se encuentra la infraestructura de comunicación basada en fibra óptica incluyendo un servidor de aplicación y datos principal y uno redundante, el segundo nivel es el de control conformado por un Controlador Lógico Programable (PLC), en el tercer nivel se encuentra la instrumentación colocado en campo de manera estratégica para detectar fuego, humo y mezclas explosivas, además de los actuadores de válvulas de la red contra incendio, las alarmas audibles y alarmas visibles.

Las principales funciones del SCCI son:

- Monitoreo y detección de humo, fuego y mezclas explosivas
- Activación de alarmas sectoriales
- Interactuación con el SCS para llevar a cabo funciones de paro por emergencia
- Almacenamiento de histórico de eventos
- Control de válvulas operadas eléctricamente de la red contra incendio

- Tanque de almacenamiento de agua contra incendio
- Sistema de bombeo de agua contra incendio
- Red de tuberías para agua contra incendio
- Conjunto de válvulas operadas eléctricamente
- Sistema de aspersion y/o inyección de agua contra incendio

Los elementos de la red del sistema contra incendio trabajan en conjunto para combatir incendios en tanques de almacenamiento, sistemas de carga de producto, sistemas de descarga, áreas de bombas, áreas operativas y áreas de almacenamiento de residuos peligrosos.

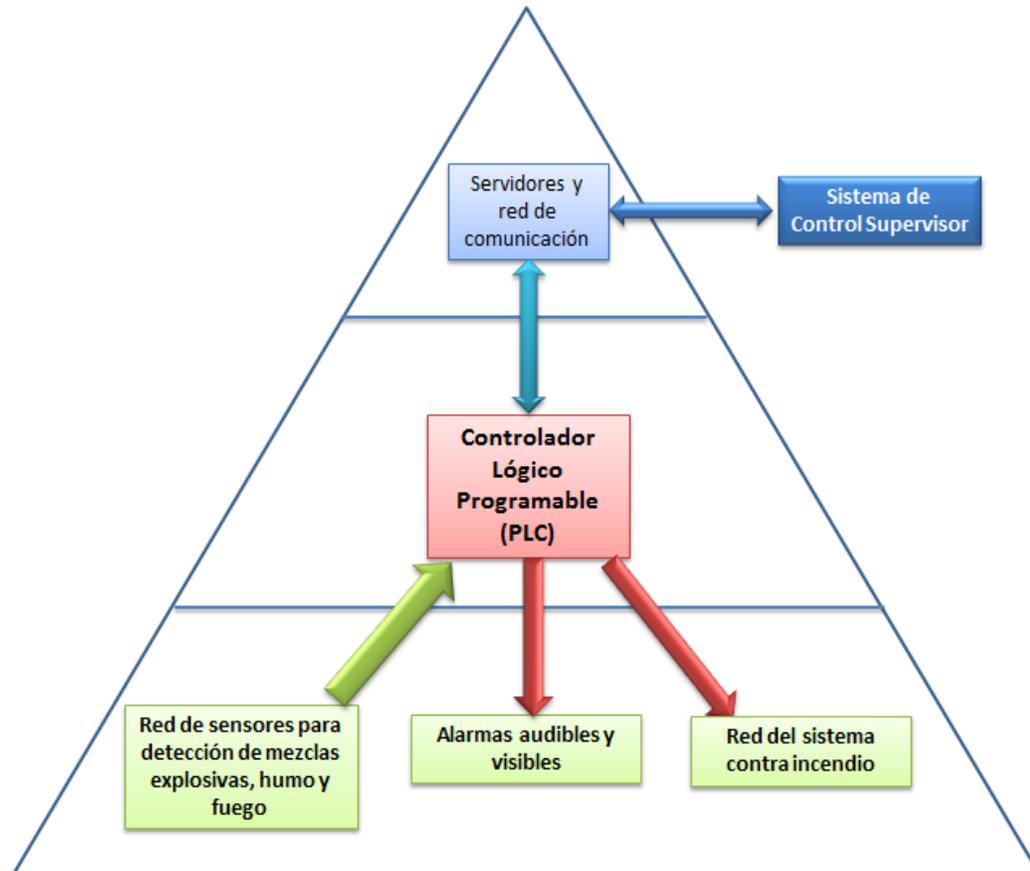


Figura 28. Pirámide de control del SCCI

Arquitectura del Sistema de Control Contra Incendio

El funcionamiento del SCCI está basado en la comunicación jerárquica de los elementos de control que lo conforman, los instrumentos de detección colocados en campo son equipos especializados que podrán comunicarse con el PLC, a su vez el PLC tiene la capacidad de comunicarse al nivel 1 y 3 de la pirámide de control, hacia el nivel 1 a través de la red de telecomunicaciones a base de fibra óptica y al nivel 3 a través del cableado de la instrumentación en campo y las salidas que activarán las alarmas audibles y visibles que darán aviso ante una emergencia para tomar medidas de seguridad y para que a través de la red de telecomunicaciones sea comunicado el evento al SCS y se proceda de manera automática al paro parcial o paro total de la planta según resulte el diseño del sistema de Paro por Emergencia.

Nivel 1 del SCCI

El nivel 1 está constituido por lo siguiente:

Infraestructura de telecomunicaciones: La infraestructura de telecomunicaciones deberá ser compatible con redes Ethernet por medio de fibra óptica soportando protocolos de comunicación a nivel de red, con la finalidad de reducir al máximo el tiempo de respuesta, incrementar la tasa de transferencia de información, implementación del direccionamiento vía IP, inmunidad ante interferencias electromagnéticas provocado por altas corrientes o por los motores eléctricos además de la seguridad en la integridad de los datos. Dentro de la red de telecomunicaciones se considera un lazo de comunicación directa entre la red de control del SCCI y la red de control del SCS con la finalidad de poder interactuar entre sí para poder implementar operaciones de paro por emergencia.

Servidores: Se considera un servidor principal y uno redundante, ambos con las mismas características y compartiendo la misma información. Los servidores contarán con una capacidad mínima de 1 TB de almacenamiento en disco para soportar la escalación a futuro y actualizaciones; contará con unidades ópticas de lectura y escritura para DVD, Blue Ray, contará con puertos USB para conexión de dispositivos periféricos y memorias de almacenamiento externas, puertos de comunicación Ethernet RJ-45 10/100/1000-Base Tx, fuente de alimentación redundante con cables independientes, sistema de ventilación, sistema operativo BIOS o Windows con capacidad de actualización vía disco flexible o de manera remota a través de la red.

En este nivel se pide la redundancia en los servidores, en el cableado y suministro eléctrico como salvaguardas en caso de fallas físicas (provocadas por fallas en los equipos electrónicos y/o ruptura de cables) y fallas lógicas (provocadas por un mal funcionamiento en los programas y/o servicios del SCCI), se requiere que la información llegue a los dos servidores de igual manera, ya que en caso de falla, el servidor redundante entraría como principal y requiere del uso de la información como bases de datos, programas y actualizaciones. Aún con la redundancia en éste nivel se permite la comunicación directa entre el PLC y la estación de trabajo, o bien, desde el PLC a una estación de trabajo portátil que permita ejecutar acciones de paro por emergencia como la apertura o cierre de válvulas, el paro de motores de bombas, etc.

Nivel 2 del SCCI

El nivel 2 está constituido por lo siguiente:

Controlador Lógico Programable (PLC): El PLC cumplirá con las siguientes características:

- Nivel de Integridad de Seguridad SIL 2 con certificado TÜV
- Protección por sobre corriente y picos de voltaje
- Deberá contar con puertos de comunicación Ethernet RJ-45 10/100/1000 Base-Tx (mínimo 2, uno para configuración remota y otro para configuración portátil)
- Las capacidades de procesamiento y almacenamiento deberán contar con una reserva del 30% en su capacidad como mínimo
- Alimentación redundante a 120 VCA @ 60 Hz
- Módulos de entradas digitales con un voltaje de entrada de 120 VCA @ 60 Hz, 16 canales, aislamiento óptico, indicación de estado por canal mediante LED, fusibles individuales por canal, reemplazables en línea

- Módulos de entradas analógicas 4-20 mA @ 24 VCD, resolución de 12 bits, 16 canales, aislamiento óptico, indicación de estado por canal mediante LED, reemplazables en línea, protección contra sobre corriente y contra sobre voltaje
- Módulos de salidas digitales a 24 VCD, 16 canales, aislamiento óptico, indicación de estado por canal mediante LED, reemplazables en línea, protección contra sobre corriente
- Módulos de salidas analógicas 4-20 mA, resolución de 12 bits, 4 canales, indicación de estado por canal mediante LED, reemplazables en línea, protección contra sobre corriente y contra sobre voltaje

El segundo nivel es el de control principal, y esta función es llevada a cabo por el PLC, el PLC lleva a cabo las siguientes funciones.

Recibir las señales de campo de los instrumentos ubicados estratégicamente para la detección de fuego, humo y mezclas explosivas.

Monitorear continuamente el estado de la instrumentación de detección

En caso de captar un evento por la instrumentación, el PLC deberá mandar las señales de activación a las alarmas auditivas y visuales ubicadas estratégicamente

El PLC mantendrá una comunicación directa con el SCS de tal manera que de captar un evento por la instrumentación de detección, será comunicada a través de la red de telecomunicaciones al SCS para ejecutar acciones de control de manera automática, tales como el paro parcial o paro total de la planta.

El PLC también enviará la información a través de la red de telecomunicaciones a los servidores, los cuales se encargarán de procesar la información para que pueda ser visualizada gráficamente a través de la estación de trabajo y para almacenar la información en el servidor como histórico de eventos

Nivel 3 del SCCI

El nivel 3 estará constituido por toda la instrumentación sensores y equipos colocados en campo capaces de detectar la presencia de humo, fuego y mezclas explosivas y además los equipos encargados de emitir alarmas sonoras y visuales de acuerdo al tipo de evento que es registrado por la instrumentación de detección.

El nivel 3 realiza las siguientes funciones:

- Detección de fuego
- Detección de humo
- Detección de mezclas explosivas
- Reproducción de alarmas audibles de acuerdo al tipo de siniestro
- Reproducción de alarmas visuales de acuerdo al tipo de siniestro
- Apertura de válvulas controladas eléctricamente (VOE's) de la red contra incendio

Detección de fuego

La detección de fuego es realizada mediante instrumentos de tipo inteligente compuestos por sensores sensibles a los rayos Ultravioleta (UV) y a rayos infrarrojos (IR), dichos rayos son causados por el espectro luminoso del fuego causado por la combustión de hidrocarburos. Los detectores deben ser adecuados para áreas clasificadas Clase 1, División 1, grupos C y D, el cono de visión contará con un ángulo de 90° y un alcance longitudinal de 15 m, estarán conectados punto a punto con el PLC y deberán ser capaces de discriminar la luz emitida por el sol, arcos de soldadura y reflejos de espejo.

Ubicación: Los detectores de fuego son colocados en las llenaderas y descargaderas de auto-tanques, llenaderas y descargaderas de carro-tanques, en el área de descarga de muelle, en los cobertizos de bombas y en la unidad recuperadora de vapores. En los cobertizos de llenaderas, descargaderas y de bombas, los detectores deben colocarse por debajo de las techumbres, montado sobre estructuras procurando no tenga objetivos sólidos en su línea de vista y orientándolos hacia el conjunto de tuberías y válvulas.

Detección de humo

La detección de humo es realizada por instrumentos del tipo inteligente con sensor fotoeléctrico para instalación en interiores, conexión punto a punto con el PLC.

Ubicación: Los detectores no son instalados en áreas operativas de la terminal sin embargo son necesarios en espacios cerrados donde es posible la emisión de humo provocada por fuegos tipo A que son generados por cortocircuito, calentamiento de equipos y sobre cargas en equipos eléctricos y electrónicos.

Detección de mezclas explosivas

La detección de mezclas explosivas es realizada por instrumentos del tipo inteligente con sensor sensible a los rayos infrarrojos (IR) para instalación en áreas clasificadas Clase 1, División 1, grupos C y D, señal de salida de 4-20 mA, conexión punto a punto con el PLC. Estos equipos se activarán cuando ocurra un derrame en áreas operativas y serán calibrados para indicar: bajo nivel, alto nivel y alto alto nivel de presencia de vapores de hidrocarburos.

Los detectores de mezclas explosivas deberán activarse a partir de la detección de un 20% del Límite Inferior de Inflamabilidad (Lower Explosive Limit "LEL") y las acciones a realizar a partir de este porcentaje de detección son las siguientes:

- Detección del 20% del LEL se activa un aviso gráfico en cuarto de control indicando el equipo activado y área correspondiente para que el operador más cercano pueda atender el derrame
- Detección de un 40% del LEL se activa un aviso gráfico y audible en cuarto de control para atender la emergencia de forma inmediata
- Detección de un 60% del LEL se activan los avisos gráficos y audibles en cuarto de control además de la activación de la alarma sectorial más cercana y se manda una señal al PLC del SCS para un paro por emergencia.

Ubicación: Los detectores de mezclas explosivas deben ser instalados a 30 cm del nivel de piso terminado, en los puntos más probables de derrame como son válvulas, equipos, bridas, codos, etc. y en sentido contrario a la dirección de los vientos dominantes; deben instalarse a una distancia tal que permita el libre mantenimiento de equipos a proteger. Los detectores de mezclas explosivas serán ubicados en cada tanque de almacenamiento, en cada posición de llenado de auto-tanques y carro-tanques, en cada posición de descarga por buque-tanque, auto-tanque y carro-tanque, en el cobertizo de bombas, en la unidad recuperadora de vapores y en la fosa API.

Sistema de alarmas

Serán instaladas alarmas audibles y visibles instaladas sobre postes en las áreas operativas, la finalidad es alertar al personal de la presencia de humo, fuego y mezclas explosivas, su operación será automática a través de los detectores y el PLC o manual a través de botoneras colocadas sobre los postes con opción para la activación de presencia de fuego, humo o mezclas explosivas.

Los elementos requeridos para este sistema cumplen con la NFPA-72, a continuación se describen los equipos que conforman el sistema de alarmas:

Alarma visible: Deberá estar conformada por tres luces en color verde, ámbar y rojo a base de LED, con la capacidad de variar la frecuencia de destellos de 60 a 120 destellos por minuto, será apta para áreas clasificadas Clase 1, División 1, grupos C y D, para montaje en poste, con domo de cristal resistente al impacto, pantalla resistente a los rayos UV.

Alarma audible: Será apta para áreas clasificadas Clase 1, División 1, grupos C y D, para montaje en poste, protección NEMA 4X para ambientes corrosivos, potencia sonora de 110 dB a 3 metros, rango de frecuencia entre 300 y 1,500 Hz, suministro eléctrico a 24 VCD o 127 VCA @ 60 Hz.

Botonera: Botonera con tres botones individuales Push Boton en color amarillo, naranja y rojo, mecanismo de doble acción y restablecimiento local por llave de cerradura, apto para áreas clasificadas Clase 1, División 1, grupos C y D, para montaje sobre poste y fácil acceso a las alarmas visuales y sonoras, alimentación de 24 VCD y contacto de salida DPDT.

Generador de tonos: Con suministro eléctrico a 120 VCA @ 60 Hz, con al menos 4 tonos diferentes y frecuencia programable.

La respuesta de las alarmas dependerá de la activación de los detectores instalados en las áreas operativas bajo los siguientes códigos de alerta basados en NFPA-72.

Tabla de códigos de aviso en alarmas sonoras

Riesgo/Aviso	Tono/Sonido	Frecuencia	Repetición
Detección de Fuego	Sirena rápida	560-1055 Hz	3.3 ciclos por seg.
Detección de mezclas explosivas	Corneta continua	470 Hz	Continuo

Riesgo/Aviso	Tono/Sonido	Frecuencia	Repetición
Detección de humo	Sirena lenta temporal	424 Hz	15 ciclos por min.
Evacuación	Sirena extremadamente rápida	560-1055 Hz	6 ciclos por seg.
Simulacro	Corneta intermitente lenta	470 Hz	50 ciclos por min.

Tabla 110. Códigos de aviso en alarmas sonoras

Tabla de códigos de aviso en alarmas visibles

Color	Tipo	Riesgo/Aviso
Verde	Continua	Operación normal
Rojo	Intermitente	Presencia de Fuego
Ámbar	Intermitente	Detección de mezclas explosivas
Ámbar	Continua	Detección de humo
Estroboscópica	Intermitente	Evacuación

Tabla 41. Códigos de aviso en alarmas visibles

Tabla de códigos de aviso en alarmas visibles

Riesgo/Aviso	Color de Botón
Accidente de personal	Amarillo
Derrame	Naranja
Fuego	Rojo

Tabla 42. Códigos de aviso para botoneras

Ubicación: Las alarmas sectoriales deberán ser ubicadas en zonas aledañas a llenaderas de auto-tanques y carro-tanques, descargaderas de buque-tanques, auto-tanques y carro-tanques, áreas de almacenamiento, cobertizo de bombas, cuarto de control, oficinas administrativas.

III.1.2. Medidas preventivas

La Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas realizará la implantación de directrices de integridad mecánica en las diferentes etapas del ciclo de vida (diseño, construcción, suministro, instalación, operación, mantenimiento y abandono) de los activos tiene como objetivo evitar las pérdidas de contención de fluidos peligrosos o energía, lo que permite operar bajo las condiciones establecidas, sin riesgo de fallas de equipos o sistemas que puedan ocasionar afectación a las personas, emanaciones o vertimientos al medio ambiente o destrucción de los activos físicos. De esta manera se garantizará que los equipos o sistemas estén aptos para el servicio que demanden las operaciones de los proyectos.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

En la etapa de operación, el Responsable de Mantenimiento registrará los datos sobre las pruebas que deberán de efectuarse para garantizar la integridad mecánica de los activos, equipos de proceso, sistemas de control, sus refacciones y partes de repuesto y los programas de mantenimiento.

La Terminal contará con un manual de mantenimiento el cual contendrá entre otras cosas:

- El programa de mantenimiento en el cual se contará con el censo de todos los equipos que integran la instalación incluyendo equipos críticos.
- El programa de mantenimiento es tipo preventivo y predictivo y abarca entre otras cosas, cada componente del equipo crítico de las instalaciones.
- Las verificaciones, pruebas y mantenimiento periódicos, los cuales serán programados conforme a las recomendaciones del fabricante y las buenas prácticas.
- Los procedimientos e instructivos para realizar los trabajos de verificación, pruebas y mantenimiento especificados en el programa de mantenimiento.

Seguridad para manejo de sustancias peligrosas

Para el manejo de las sustancias químicas se dará cumplimiento siempre a los lineamientos de la normatividad vigente más las mejores prácticas que se identifiquen y sean incorporadas. La terminal considera de las sustancias manejadas lo siguiente:

- Las características de los procesos de trabajo para determinar las maneras de exposición de los trabajadores y la forma de manejo de las Sustancias
- Las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de las sustancias químicas
- El grado y tipo de riesgo de las sustancias químicas conforme a la normatividad
- Las actividades peligrosas que se puedan presentar con el manejo de las sustancias químicas o cerca de ellas
- Las zonas de riesgo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas y el número de trabajadores expuestos en cada zona

Los riesgos detectados en el manejo de las sustancias químicas peligrosas serán atendidos mediante un “Plan de Acción para Manejo de Sustancias Químicas Peligrosas”.

Como resultado del Análisis de Riesgo por Sustancias Químicas Peligrosas, será elaborado un Programa Específico de Manejo de Sustancias Químicas Peligrosas que debe contener:

- Las Hojas de Seguridad del Producto de todas las sustancias químicas que se manejen, transporten o almacenen
- Los procedimientos de orden y limpieza
- Las cantidades máximas de las sustancias que se pueden tener en el área de operación que no estén dentro de la tubería o tanques de almacenamiento
- El tipo del equipo de protección personal específico al riesgo
- El procedimiento de limpieza, desinfección o neutralización de las ropas y equipo de protección que pudieran contaminarse con sustancias químicas peligrosas
- La prohibición de ingerir alimentos y bebidas en las áreas de trabajo
- La prohibición de fumar y utilizar flama abierta en las áreas donde esto represente un riesgo

IV. RESUMEN

IV.1. SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

La Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas será construida y operada cumpliendo:

- Serán aplicadas las especificaciones, lineamientos y normatividad para construcción de Terminales de Almacenamiento de Hidrocarburos vigentes aplicables al proyecto.
- Los riesgos derivados de la operación de la terminal son asociados al manejo de combustible. Para mitigar y reducir los riesgos en su operación, la terminal contara con sistemas de seguridad y equipo contra incendio, así como personal debidamente capacitado para el manejo de las operaciones.
- Derivado de los resultados obtenidos de la identificación y jerarquización de los riesgos, estos indican una baja posibilidad de ocurrencia de un riesgo ambiental.
- Previo al inicio de la construcción y operación de la terminal, se contarán con los programas respectivos de calidad, mantenimiento y sus respectivos procedimientos constructivos, operativos, ambientales y de seguridad.
- El carbón en los patios de acopio es sometido a los efectos del aire, la lluvia y el calor, los cuales afectan su calidad, produciendo degradación, oxidación y combustión espontánea. Estos aspectos pueden ser de consecuencias ambientales y económicas importantes, durante el proceso de almacenamiento. Por lo tanto, durante el transporte y almacenamiento en patios de acopio de carbón, se generara producción de polvo, el cual será controlado usando agua, compactando el carbón y protegiendo los patios de almacenamiento con barreras naturales y artificiales.

IV.2. HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

A la fecha aún no se inician las actividades de construcción de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Lázaro Cárdenas, el área donde estará ubicada la terminal actualmente es propiedad de Terminales Portuarias del Pacífico, actualmente se encuentra operando la Terminal de Almacenamiento de Carbón. El terreno está ubicado en una zona industrial ya afectada.

La principal afectación al ambiente que ocasionara la construcción de la terminal serían las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, producto de los escapes de maquinaria y en la operación de los vehículos q llegaran a cargar y descargar combustible.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

En la parte de almacenamiento, los tanques cuentan arrasador de flama, válvula presión-vacío e instrumentación de nivel, lo cual minimiza la posibilidad de incendios y daños a los tanques durante la operación.

Los tanques de almacenamiento contarán con diques de contención con capacidad de 1.2 veces el volumen mayor del tanque, con lo cual se evitara posibles contaminaciones al ambiente.

Se contará con red contra incendio, alarmas visibles y audibles, detectores de fuego, detectores de mezclas explosivas, etc. Para protección del personal, población, medio ambiente e instalación.

Se garantizarán condiciones de accesibilidad, maniobra, visibilidad y seguridad, mediante un diseño de áreas adecuado a los tamaños y necesidades de los equipos de transporte y una señalización clara y suficiente.

Para la descarga de petrolíferos serán utilizadas en la primera etapa mangueras que puedan ser conectadas solo durante su operación y una vez terminada la descarga éstas sean retiradas.

Todos los equipos y aditamentos serán aterrizados para evitar la generación de energía estática.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

IV.3. PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Sustancias involucradas

Corriente	Nombre químico de la sustancia	No. CAS	Densidad (g/cm ³)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm ²)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
01	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	552.08	435.71	40.64	5.09	9.52	Descarga de gasolina regular de la garza (BCM-01) hasta cualquiera de los tanques de almacenamiento (TV-04, TV-05 o TV-06)
02	Gasolina Premium	8006-61-9	0.77	552.08	469.38	40.64	5.09	9.52	Descarga de gasolina Premium de la garza (BCM-01) hasta cualquiera de los tanques de almacenamiento (TV-03 y TV-08)
03	Oxigenante	Por definir	Por definir	552.08	388.31	40.64	5.09	9.52	Descarga de oxigenante de la garza (BCM-02) hasta cualquiera de los tanques de almacenamiento (TV-07 y TV-09)
04	Diésel	68334-30-5	0.88	552.08	209.06	40.64	5.09	9.52	Descarga de diésel de la garza (BCM-02) hasta cualquiera de los tanques de almacenamiento (TV-01 y TV-02)
05	Gasolina Diésel	8006-61-9 68334-30-5	0.77 0.88	31.55	24.64	15.24	0.15	7.11	Línea de succión de descargadera de auto-tanques
06	Gasolina Diésel	8006-61-9 68334-30-5	0.77 0.88	31.55	377.01	10.16	4.38	6.02	Línea de descarga de la descargadera de auto-tanques
07	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	201.9	255.97	40.64	0.92	9.52	Cabezal de succión para las bombas BA-02, BA-03, BA-04, BA-05 y BA-08 para auto-tanques y las bombas BA-14, BA-15 y BA-17 para carro-tanques proveniente de la salida de los tanques de almacenamiento TV-04, TV-05 o TV-06
08	Gasolina Premium	8006-61-9	0.77	100.95	286.34	30.48	0.92	9.52	Cabezal de succión para las bombas BA-06, BA-07 y BA-08 para auto-tanques y las bombas BA-16 y BA-17 para carro-tanques proveniente de la salida de los tanques de almacenamiento TV-03 o TV-08
09	Oxigenante	Por definir	Por definir	18.93	162.58	15.24	0.08	7.11	Cabezal de succión a la bomba BA-D01 proveniente de tanques de almacenamiento TV-07 o TV-09



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Corriente	Nombre químico de la sustancia	No. CAS	Densidad (g/cm ³)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm ²)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
10	Oxigenante	Por definir	Por definir	18.93	222.62	10.16	3.11	6.02	Cabezal de descarga de la bomba BA-D01 hacia paquete de dosificador de oxigenante
11	Diésel	68334-30-5	0.88	18.93	298.95	40.64	1.06	9.52	Cabezal de succión para las bombas BA-09, BA-10, BA-11, BA-12 y BA-13 para auto-tanques y las bombas BA-18, BA-19 y BA-20 para carro-tanques proveniente de la salida de los tanques de almacenamiento TV-01 o TV-02
12	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	4.48	15.24	0.92	7.11	De interconexión con corriente 07 hasta succión de la bomba BA-02
13	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	87.75	10.16	3.20	6.02	De descarga de la bomba BA-02 hasta isla de llenado 1
14	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	4.48	15.24	0.92	7.11	De interconexión con corriente 07 hasta succión de la bomba BA-03
15	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	98.09	10.16	3.20	6.02	De descarga de la bomba BA-03 hasta isla de llenado 2
16	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	4.48	15.24	0.92	7.11	De interconexión con corriente 07 hasta succión de la bomba BA-04
17	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	108.35	10.16	3.10	6.02	De descarga de la bomba BA-04 hasta isla de llenado 3
18	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	4.48	15.24	0.92	7.11	De interconexión con corriente 07 hasta succión de la bomba BA-05
19	Gasolina Regular	8006-61-9	0.77	31.55	118.65	10.16	3.20	6.02	De descarga de la bomba BA-05 hasta isla de llenado 4
20	Gasolina Premium	8006-61-9	0.77	31.55	3.77	15.25	0.92	7.22	De interconexión con corriente 08 hasta succión de la bomba BA-06



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Corriente	Nombre químico de la sustancia	No. CAS	Densidad (g/cm ³)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm ²)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
21	Gasolina Premium	8006-61-9	0.77	31.55	128.95	15.24	3.20	7.11	De descarga de la bomba BA-06 hasta isla de llenado 5
22	Gasolina Premium	8006-61-9	0.77	31.55	3.77	15.24	0.92	7.11	De interconexión con corriente 08 hasta succión de la bomba BA-07
23	Gasolina Premium	8006-61-9	0.77	31.55	139.25	10.16	3.20	6.02	De descarga de la bomba BA-07 hasta isla de llenado 6
24	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	3.06	15.24	1.06	7.11	De interconexión con corriente 10 hasta succión de la bomba BA-09
25	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	148.03	15.24	3.20	7.11	De descarga de la bomba BA-09 hasta isla de llenado 6
26	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	3.06	15.25	1.06	7.11	De interconexión con corriente 10 hasta succión de la bomba BA-10
27	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	156.15	10.16	3.20	6.02	De descarga de la bomba BA-10 hasta isla de llenado 7
28	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	3.06	15.24	1.06	7.11	De interconexión con corriente 10 hasta succión de la bomba BA-11
29	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	166.45	10.16	3.20	6.02	De descarga de la bomba BA-11 hasta isla de llenado 8
30	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	3.06	15.24	1.06	7.11	De interconexión con corriente 10 hasta succión de la bomba BA-12
31	Diésel	68334-30-5	0.88	31.55	176.75	10.16	3.20	6.02	De descarga de la bomba BA-12 hasta isla de llenado 9



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
1	TARLC.DES.GR.01.04	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=3.2", en la línea 16"-GR-003-A53, debido a corrosión, a 5.09 kg/cm ² , 24.2 °C, inventario= 51,863.50 kg. Incluye escenario TARLC.DES.GR.01.15		●	●		Línea 16"-GR-003-A53	HazOp	Ver anexo II.3
2	TARLC.DES.GR.01.05	Ruptura de línea 16"-GR-003-A53 liberando gasolina Regular, antes de llegar a tanques de almacenamiento debido a la pérdida de contención por factores externos, a 5.09 kg/cm ² , 24.2 °C, inventario= 72,287.40 kg.		●	●	●	Línea 16"-GR-003-A54	HazOp	Ver anexo II.3
3	TARLC.DES.GR.01.10	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=1.25", en bridas de 16" DN por presurización debido a filtro FC-001 tapado, a 5.09 kg/cm ² , 24.2 °C, inventario= 51,027.13 kg. Incluye escenario TARLC.DES.GR.01.17.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
4	TARLC.DES.GR.01.12	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN antes de llegar a tanques de almacenamiento por presurización debido a diversos factores, a 5.09 kg/cm ² , 24.2 °C, inventario= 51,108.39 kg. Incluye escenario TARLC.DES.GR.01.13.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
5	TARLC.ALM.GR.02.02.TV-04	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-04 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 51,080.42 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
6	TARLC.ALM.GR.02.02.TV-05	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-05 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 51,080.42 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
7	TARLC.ALM.GR.02.02.TV-06	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-06 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 51,080.42 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
8	TARLC.ALM.GR.02.06.TV-04	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-04 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 9,794,400 kg.		●	●		Tanque TV-04	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
9	TARLC.ALM.GR.02.06.TV-05	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-05 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 9,794,400 kg.		●	●		Tanque TV-05	HazOp	Ver anexo II.3
10	TARLC.ALM.GR.02.06.TV-06	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-06 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 6,733,650 kg.		●	●		Tanque TV-06	HazOp	Ver anexo II.3
11	TARLC.ALM.GR.02.08.TV-04	Ruptura total de tanque TV-04 liberando gasolina Regular debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 9,794,400 kg.		●	●		Tanque TV-04	HazOp	Ver anexo II.3
12	TARLC.ALM.GR.02.08.TV-05	Ruptura total de tanque TV-05 liberando gasolina Regular debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 9,794,400 kg.		●	●		Tanque TV-05	HazOp	Ver anexo II.3
13	TARLC.ALM.GR.02.08.TV-06	Ruptura total de tanque TV-06 liberando gasolina Regular debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 6,733,650 kg.		●	●		Tanque TV-06	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
14	TARLC.ALM.GR.02.10.TV-04	Derrame de gasolina Regular en tanque TV-04 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 51,012.50 kg		●	●		Tanque TV-04	HazOp	Ver anexo II.3
15	TARLC.ALM.GR.02.10.TV-05	Derrame de gasolina Regular en tanque TV-05 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 51,012.50 kg		●	●		Tanque TV-05	HazOp	Ver anexo II.3
16	TARLC.ALM.GR.02.10.TV-06	Derrame de gasolina Regular en tanque TV-06 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 51,012.50 kg		●	●		Tanque TV-06	HazOp	Ver anexo II.3
17	TARLC.BOM.GR.03.02	Ruptura de línea 16"-GR-006-A53 liberando gasolina Regular, antes de llegar a succión de bombas, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 0.92 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 23,346.49 kg. Incluye escenario TARLC.BOM.GR.03.06 y TARLC.BOM.GR.03.07	●		●	●	Línea 16"-GR-006-A53	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
18	TARLC.BOM.GR.03.03	Derrame de gasolina Regular por orificio de DEF=1.6", en bridas de 8" DN por expansión térmica en cabezal de succión de bombas, a 0.92 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 3,007.85 kg.	●		●		Bridas de 8"	HazOp	Ver anexo II.3
19	TARLC.BOM.GR.03.04	Derrame de gasolina Regular por orificio con DEF=0.6", en bridas de 4" DN aguas arriba de fitros de llenaderas por presurización debido a filtros tapados, a 3.2 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 2,926.62 kg.	●		●		Bridas de 4"	HazOp	Ver anexo II.3
20	TARLC.DES.GPR.04.04	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=3.2", en la línea 16"-GP-004-A153, debido a corrosión, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 52,011.32 kg. Incluye escenario TARLC.DES.GPR.04.15		●	●		Línea 16"-GP-004-A153	HazOp	Ver anexo II.3
21	TARLC.DES.GPR.04.05	Ruptura de línea 16"-GP-004-A15 liberando gasolina Premium, antes de llegar a tanques, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 76,682.22 kg.		●	●	●	Línea 16" - GP-004-A15	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
22	TARLC.DES.GPR.04.10	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=1.25", en bridas de 16" DN aguas arriba de FC-001 por presurización debido a filtro tapado, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 51,028.96 kg, Incluye escenario TARLC.DES.GPR.04.17.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
23	TARLC.DES.GPR.04.12	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN antes de llegar a tanques de almacenamiento por presurización debido a diversos factores, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 51,108.39 kg, Incluye escenario TARLC.DES.GPR.04.13.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
24	TARLC.ALM.GPR.05.02.TV-03	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-03 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 51,080.42 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
25	TARLC.ALM.GPR.05.02.TV-08	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-08 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 51,080.42 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
26	TARLC.ALM.GPR.05.06.TV-03	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-03 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 9,794,400 kg.		●	●		Tanque TV-03	HazOp	Ver anexo II.3
27	TARLC.ALM.GPR.05.06.TV-08	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-08 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 2,448,600 kg.		●	●		Tanque TV-08	HazOp	Ver anexo II.3
28	TARLC.ALM.GPR.05.08.TV-03	Ruptura total de tanque TV-03 liberando gasolina Premium debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 9,794,400 kg.		●	●		Tanque TV-03	HazOp	Ver anexo II.3
29	TARLC.ALM.GPR.05.08.TV-08	Ruptura total de tanque TV-08 liberando gasolina Premium debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 2,448,600 kg.		●	●		Tanque TV-08	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
30	TARLC.ALM.GPR.05.10.TV-03	Derrame de gasolina Premium en tanque TV-03 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 51,012.50 kg		●	●		Tanque TV-03	HazOp	Ver anexo II.3
31	TARLC.ALM.GPR.05.10.TV-08	Derrame de gasolina Premium en tanque TV-08 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 51,012.50 kg		●	●		Tanque TV-08	HazOp	Ver anexo II.3
32	TARLC.BOM.GPR.06.02	Ruptura de línea 12"-GP-007-A53 liberando gasolina Premium, antes de llegar a succión de bombas, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 0.92 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 17,305.87 kg. Incluye escenario TARLC.BOM.GPR.06.06 y TARLC.BOM.GPR.06.07	●		●	●	Línea 12"-GP-007-A53	HazOp	Ver anexo II.3
33	TARLC.BOM.GPR.06.03	Derrame de gasolina Premium por orificio de DEF=1.6", en bridas de 8" DN por expansión térmica en cabezal de succión de bombas, a 0.92 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 3,082.77 kg.	●		●		Bridas de 8"	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
34	TARLC.BOM.GPR.06.04	Derrame de gasolina Regular por orificio con DEF=0.6", en bridas de 4" DN aguas arriba de fitros de llenaderas por presurización debido a filtros tapados, a 3.2 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 2,930.84 kg.	●		●		Bridas de 4"	HazOp	Ver anexo II.3
35	TARLC.DES.O.07.04	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=3.2", en la línea 16"-O-005-A153, debido a corrosión, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 53,470.75 kg. Incluye escenario TARLC.DES.O.07.15		●	●		Línea 16"-O-005-A153	HazOp	Ver anexo II.3
36	TARLC.DES.O.07.05	Ruptura de línea 16"-O-005-A153 liberando Oxigenante, antes de llegar a tanques, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 82,58.86 kg.		●	●	●	Línea 16"-O-005-A153	HazOp	Ver anexo II.3
37	TARLC.DES.O.07.10	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=1.25", en bridas de 16" DN por presurización debido a filtro FC-001 tapado, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 52,286.24 kg, Incluye escenario TARLC.DES.O.07.17.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
38	TARLC.DES.O.07.12	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN antes de llegar a tanques de almacenamiento por presurización debido a diversos factores, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 52,422.72 kg, Incluye escenario TARLC.DES.O.07.13.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
39	TARLC.ALM.O.08.02.TV-07	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-07 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 53,139.15 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
40	TARLC.ALM.O.08.02.TV-09	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-09 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 53,433.91 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
41	TARLC.ALM.O.08.06.TV-07	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-07 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 6,899,805 kg.		●	●		Tanque TV-07	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
42	TARLC.ALM.O.08.06.TV-09	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-09 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 627,255 kg.		●	●		Tanque TV-09	HazOp	Ver anexo II.3
43	TARLC.ALM.O.08.08.TV-07	Ruptura total de tanque TV-07 liberando Oxigenante debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 6,899,805 kg.		●	●		Tanque TV-07	HazOp	Ver anexo II.3
44	TARLC.ALM.O.08.08.TV-09	Ruptura total de tanque TV-09 liberando Oxigenante debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 627,255 kg.		●	●		Tanque TV-09	HazOp	Ver anexo II.3
45	TARLC.ALM.O.08.10.TV-07	Derrame de Oxigenante en tanque TV-07 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 52,271.25 kg		●	●		Tanque TV-07	HazOp	Ver anexo II.3
46	TARLC.ALM.O.08.10.TV-09	Derrame de Oxigenante en tanque TV-09 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 52,271.25 kg		●	●		Tanque TV-09	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
47	TARLC.BOM.O.09.02	Ruptura de línea 6"-O-008-A53 liberando Oxigenante, antes de llegar a succión de bombas, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 0.92 kg/cm ² , 24.2°C, inventario=9,672.79 kg. Incluye escenario TARLC.BOM.O.09.06 y TARLC.BOM.O.09.07		●	●	●	Línea 6"-O-008-A53	HazOp	Ver anexo II.3
48	TARLC.BOM.O.09.03	Derrame de Oxigenante por orificio de DEF=1.2", en bridas de 6" DN por expansión térmica en cabezal de succión de bombas, a 0.08 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 1,845.62 kg.	●		●		Bridas de 6"	HazOp	Ver anexo II.3
49	TARLC.BOM.O.09.04	Derrame de Oxigenante por orificio con DEF=0.6", en bridas de 4" DN aguas arriba de paquete dosificador de oxigenante por presurización debido a diversas causas, a 3.11 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 1,804.03 kg.	●		●		Bridas de 4"	HazOp	Ver anexo II.3
50	TARLC.DES.DIE.10.04	Derrame de Diésel por orificio de DEF=3.2", en la línea 16"-D-002-A53, debido a corrosión, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 59,272.57 kg. Incluye escenario TARLC.DES.DIE.10.12		●	●		Línea 16"-D-002-A53	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
51	TARLC.DES.DIE.10.05	Ruptura de línea 16"-D-002-A53 liberando Diésel, antes de llegar a tanques de almacenamiento, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 82,614.18 kg.		●	●	●	Línea 16"-D-002-A53	HazOp	Ver anexo II.3
52	TARLC.DES.DIE.10.08	Derrame de Diésel por orificio de DEF=1.25", en bridas de 16" DN por presurización debido a filtro FC-001 tapado, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 58,320.90 kg, Incluye escenario TARLC.DES.DIE.10.14.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
53	TARLC.DES.DIE.10.10	Derrame de Diésel por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN antes de llegar a tanques de almacenamiento por presurización debido diversos factores, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 58,316.72 kg, Incluye escenario TARLC.DES.DIE.10.11.	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
54	TARLC.ALM.DIE.11.02.TV-01	Derrame de Diésel por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-01 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 58,377.62 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
55	TARLC.ALM.DIE.11.02.TV-02	Derrame de Diésel por orificio de DEF=3.2", en bridas de 16" DN por expansión térmica a la entrada de tanque TV-02 debido a falta de válvulas de alivio, a 5.09 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 58,377.62 kg	●		●		Bridas de 16"	HazOp	Ver anexo II.3
56	TARLC.ALM.DIE.11.06.TV-01	Derrame de Diésel por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-01 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 11,193,600 kg.	●				Tanque TV-01	HazOp	Ver anexo II.3
57	TARLC.ALM.DIE.11.06.TV-02	Derrame de Diésel por orificio de DEF=16" a la salida de tanque TV-02 por pérdida de contención debido factores externos, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 11,193,600 kg.	●				Tanque TV-02	HazOp	Ver anexo II.3
58	TARLC.ALM.DIE.11.08.TV-01	Ruptura total de tanque TV-01 liberando Diésel debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario=11,193,600 kg.		●			Tanque TV-01	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
59	TARLC.ALM.DIE.11.08.TV-02	Ruptura total de tanque TV-02 liberando Diésel debido a la pérdida de contención del mismo, a presión atmosférica y 24.2 °C, inventario= 11,193,600 kg.		●			Tanque TV-02	HazOp	Ver anexo II.3
60	TARLC.ALM.DIE.11.10.TV-01	Derrame de Diésel en tanque TV-01 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 58,300 kg		●			Tanque TV-01	HazOp	Ver anexo II.3
61	TARLC.ALM.DIE.11.10.TV-02	Derrame de Diésel en tanque TV-02 por error de medición de nivel durante llenado, a presión atmosférica, 24.2°C, inventario= 58,300 kg		●			Tanque TV-02	HazOp	Ver anexo II.3
62	TARLC.BOM.DIE.12.02	Ruptura de línea 16"-D-010-A53 liberando Diésel, antes de llegar a succión de bombas, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 1.06 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 50,771.61 kg. Incluye escenario TARLC.BOM.DIE.12.06 y TARLC.BOM.DIE.12.06	●		●	●	Línea 16"-D-010-A53	HazOp	Ver anexo II.3
63	TARLC.BOM.DIE.12.03	Derrame de Diésel por orificio de DEF=1.6", en bridas de 8" DN por expansión térmica en cabezal de succión de bombas, a 1.06 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 3,623.61 kg.	●		●		Bridas de 8"	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
64	TARLC.BOM.DIE.12.04	Derrame de Diésel por orificio con DEF=0.6", en bridas de 4" DN aguas arriba de fitros de llenaderas por presurización debido a filtros tapados, a 3.2 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 3,352.42 kg.	●		●		Bridas de 4"	HazOp	Ver anexo II.3
65	TARLC.DES.GR.13.03	Ruptura de línea 8"-POL-011-A53 liberando gasolinas, antes de llegar a succión de bombas, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 0.15 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 6,161.13 kg. Incluye escenario TARLC.DES.GR.13.08	●		●	●	Línea 8"-POL-011-A53	HazOp	Ver anexo II.3
66	TARLC.DES.GR.13.04	Derrame de gasolinas por orificio de DEF=1.2", en bridas de 6" DN por presurización debido a diversos factores, a 4.38 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 3,162.17 kg, Incluye escenario TARLC.DES.GR.13.05	●		●		Bridas de 6"	HazOp	Ver anexo II.3
67	TARLC.DES.DIE.14.03	Ruptura de línea 8"-POL-011-A53 liberando gasolinas, antes de llegar a succión de bombas, debido a la pérdida de contención por factores externos, a 0.15 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 5,911.43 kg. Incluye escenario TARLC.DES.DIE.14.08	●		●	●	Línea 8"-POL-011-A53	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró: G.R.M.	Revisó: E.A.A.	Revisión: C	Agosto 2018
--------------------	-------------------	----------------	----------------

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgos	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
68	TARLC.DES.DIE.14.04	Derrame de gasolinas por orificio de DEF=1.2", en bridas de 6" DN por presurización debido a diversos factores, a 4.38 kg/cm ² , 24.2°C, inventario= 3,156.55 kg, Incluye escenario TARLC.DES.DIE.14.05	●		●		Bridas de 6"	HazOp	Ver anexo II.3



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Estimación de consecuencias

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de Alto Riesgo	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Distancia (m)	Distancia (m)
1	01.04		●	51,863.50	kg	Líquido			●			Phast 7.11	137 JF	18 (FI=8)
2	01.05	●		72,287.40	kg	Líquido			●			Phast 7.11	146 LPF	52 (FI=15)
3	01.10		●	51,027.13	kg	Líquido				●		Phast 7.11	62 LPF	72 (FI=30)
4	01.12		●	51,108.39	kg	Líquido			●			Phast 7.11	137 JF	70 (FI=30)
5	02.02.TV-04		●	51,080.42	kg	Líquido				●		Phast 7.11	137 JF	120 (FI=50)
6	02.02.TV-05		●	51,080.42	kg	Líquido			●			Phast 7.11	137 JF	140 (FI=59)
7	02.02.TV-06		●	51,080.42	kg	Líquido			●			Phast 7.11	137 JF	84 (FI=35)
8	02.06.TV-04		●	9,794,400.00	kg	Líquido				●		Phast 7.11	67 LPF	112 (FI=36)
9	02.06.TV-05		●	9,794,400.00	kg	Líquido				●		Phast 7.11	67 LPF	112 (FI=36)
10	02.06.TV-06		●	6,733,650.00	kg	Líquido			●			Phast 7.11	65 LPF	112 (FI=36)
11	02.08.TV-04	●		9,794,400.00	kg	Líquido		●				Phast 7.11	66 LPF	714 (FI=31)
12	02.08.TV-05	●		9,794,400.00	kg	Líquido		●				Phast 7.11	66 LPF	714 (FI=31)
13	02.08.TV-06	●		6,733,650.00	kg	Líquido		●				Phast 7.11	64 LPF	566 (FI=33)
14	02.10.TV-04		●	9,794,400.00	kg	Líquido				●		Phast 7.11	110 JF	105 (FI=33)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de Alto Riesgo	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Distancia (m)	Distancia (m)
15	02.10.TV-05		●	9,794,400.00	kg	Líquido			●			Phast 7.11	110 JF	119 (FI=38)
16	02.10.TV-06		●	6,733,650.00	kg	Líquido			●			Phast 7.11	110 JF	107 (FI=34)
17	03.02	●		26,346.49	kg	Líquido				●		Phast 7.11	96 LPF	50 (FI=13)
18	03.03		●	3,007.85	kg	Líquido					●	Phast 7.11	45 LPF	9 (FI=4)
19	03.04		●	2,926.62	kg	Líquido					●	Phast 7.11	41 LPF	6 (FI=3)
20	04.04		●	52,011.32	kg	Líquido				●		Phast 7.11	137 JF	18 (FI=8)
21	04.05	●		76,682.22	kg	Líquido				●		Phast 7.11	147 LPF	41 (FI=11)
22	04.10		●	51,028.96	kg	Líquido			●			Phast 7.11	63 LPF	72 (FI=30)
23	04.12		●	51,108.39	kg	Líquido			●			Phast 7.11	137 JF	21 (FI=10)
24	05.02.TV-03		●	51,080.42	kg	Líquido				●		Phast 7.11	137 JF	73 (FI=31)
25	05.02.TV-08		●	51,080.42	kg	Líquido					●	Phast 7.11	137 JF	79 (FI=33)
26	05.06.TV-03		●	9,794,400.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	67 LPF	109 (FI=35)
27	05.06.TV-08		●	2,448,600.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	51 LPF	103 (FI=33)
28	05.08.TV-03	●		9,794,400.00	kg	Líquido		●				Phast 7.11	62 LPF	689 (FI=33)
29	05.08.TV-08	●		2,448,600.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	50 LPF	105 (FI=46)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de Alto Riesgo	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Distancia (m)	Distancia (m)
30	05.10.TV-03		●	9,794,400.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	110 JF	93 (FI=29)
31	05.10.TV-08		●	2,448,600.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	110 JF	112 (FI=36)
32	06.02	●		17,305.87	kg	Líquido					●	Phast 7.11	79 LPF	34 (FI=8)
33	06.03		●	3,082.77	kg	Líquido					●	Phast 7.11	45 LPF	9 (FI=4)
34	06.04		●	2,930.84	kg	Líquido				●		Phast 7.11	41 LPF	4 (FI=2)
35	07.04		●	53,470.75	kg	Líquido					●	Phast 7.11	139 JF	23 (FI=11)
36	07.05	●		82,258.86	kg	Líquido					●	Phast 7.11	134 LPF	28 (FI=5)
37	07.10		●	52,286.24	kg	Líquido				●		Phast 7.11	45 JF	66 (FI=27)
38	07.12		●	52,422.72	kg	Líquido				●		Phast 7.11	139 JF	21 (FI=10)
39	08.02.TV-07		●	53,139.15	kg	Líquido					●	Phast 7.11	139 JF	58 (FI=37)
40	08.02.TV-09		●	53,433.91	kg	Líquido					●	Phast 7.11	139 JF	47 (FI=23)
41	08.06.TV-07		●	6,899,805.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	101 JF	84 (FI=25)
42	08.06.TV-09		●	627,255.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	101 JF	55 (FI=16)
43	08.08.TV-07	●		6,899,805.00	kg	Líquido		●				Phast 7.11	58 LPF	561 (FI=26)
44	08.08.TV-09	●		627,255.00	kg	Líquido					●	Phast 7.11	46 LPF	44 (FI=20)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de Alto Riesgo	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Distancia (m)	Distancia (m)
45	08.10.TV-07		●	6,899,805.00	kg	Líquido			●			Phast 7.11	223 JF	89 (FI=33)
46	08.10.TV-09		●	627,255.00	kg	Líquido			●			Phast 7.11	223 JF	41 (FI=14)
47	09.02	●		9,672.79	kg	Líquido			●			Phast 7.11	150 JF	301 (FI=129)
48	09.03		●	1,845.62	kg	Líquido				●		Phast 7.11	40 LPF	145 (FI=80)
49	09.04		●	1,804.03	kg	Líquido				●		Phast 7.11	35 LPF	129 (FI=80)
50	10.04		●	59,272.57	kg	Líquido			●			Phast 7.11	323 LPF	35 (FI=18)
51	10.05	●		82,614.18	kg	Líquido			●			Phast 7.11	352 LPF	--
52	10.08		●	58,320.90	kg	Líquido			●			Phast 7.11	302 LPF	22 (FI=12)
53	10.10		●	58,316.72	kg	Líquido			●			Phast 7.11	321 LPF	40 (FI=20)
54	11.02.TV-01		●	58,377.62	kg	Líquido			●			Phast 7.11	321 LPF	40 (FI=20)
55	11.02.TV-02		●	58,377.62	kg	Líquido			●			Phast 7.11	321 LPF	40 (FI=20)
56	11.06.TV-01		●	11,193,600.00	kg	Líquido				●		Phast 7.11	161 LPF	--
57	11.06.TV-02		●	11,193,600.00	kg	Líquido				●		Phast 7.11	161 LPF	--
58	11.08.TV-01	●		11,193,600.00	kg	Líquido		●				Phast 7.11	160 LPF	723 (FI=20)
59	11.08.TV-02	●		11,193,600.00	kg	Líquido		●				Phast 7.11	160 LPF	723 (FI=20)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de Alto Riesgo		
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Distancia (m)	Distancia (m)	
60	11.10.TV-01		●	11,193,600.00	kg	Líquido					●		Phast 7.11	169 LPF	32 (FI=10)
61	11.10.TV-02		●	11,193,600.00	kg	Líquido					●		Phast 7.11	169 LPF	32 (FI=10)
62	12.02	●		50,771.61	kg	Líquido				●			Phast 7.11	285 LPF	14 (FI=1)
63	12.03		●	3,623.61	kg	Líquido					●		Phast 7.11	15 LPF	--
64	12.04		●	3,352.42	kg	Líquido					●		Phast 7.11	8 LPF	--
65	13.03	●		6,161.13	kg	Líquido					●		Phast 7.11	52 LPF	12 (FI=2)
66	13.04		●	3,162.17	kg	Líquido					●		Phast 7.11	53 LPF	27 (FI=12)
67	14.03	●		5,911.43	kg	Líquido					●		Phast 7.11	120 LPF	--
68	14.04		●	3,156.55	kg	Líquido					●		Phast 7.11	106 LPF	27 (FI=12)

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

Criterios utilizados

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL*	TLV ₈ **	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo 1 psi (m)	Amortiguamiento 0.5 psi (m)	Alto Riesgo 5 kW/m ² (m)	Amortiguamiento 1.4 kW/m ² (m)	
1	01.04	/	/	1.5	F	18 (FI=8)	24 (FI=8)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
2	01.05	/	/	1.5	F	52 (FI=15)	75 (FI=15)	146 LPF	295 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
3	01.10	/	/	1.5	F	72 (FI=30)	100 (FI=30)	62 LPF	116 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
4	01.12	/	/	1.5	F	70 (FI=30)	96 (FI=30)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
5	02.02.TV-04	/	/	1.5	F	120 (FI=50)	166 (FI=50)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
6	02.02.TV-05	/	/	1.5	F	140 (FI=59)	192 (FI=59)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
7	02.02.TV-06	/	/	1.5	F	84 (FI=35)	116 (FI=35)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
8	02.06.TV-04	/	/	1.5	F	112 (FI=36)	161 (FI=36)	67 LPF	146 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
9	02.06.TV-05	/	/	1.5	F	112 (FI=36)	161 (FI=36)	67 LPF	145 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
10	02.06.TV-06	/	/	1.5	F	112 (FI=36)	160 (FI=36)	65 LPF	140 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
11	02.08.TV-04	/	/	1.5	F	714 (FI=31)	1,154 (FI=31)	66 LPF	143 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL*	TLV ₈ **	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo 1 psi (m)	Amortiguamiento 0.5 psi (m)	Alto Riesgo 5 kW/m ² (m)	Amortiguamiento 1.4 kW/m ² (m)	
12	02.08.TV-05	/	/	1.5	F	714 (FI=31)	1,154 (FI=31)	66 LPF	143 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
13	02.08.TV-06	/	/	1.5	F	566 (FI=33)	908 (FI=33)	64 LPF	139 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
14	02.10.TV-04	/	/	1.5	F	105 (FI=33)	151 (FI=33)	110 JF	164 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
15	02.10.TV-05	/	/	1.5	F	119 (FI=38)	171 (FI=38)	110 JF	164 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
16	02.10.TV-06	/	/	1.5	F	107 (FI=34)	153 (FI=34)	110 JF	164 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
17	03.02	/	/	1.5	F	50 (FI=13)	74 (FI=13)	96 LPF	200 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
18	03.03	/	/	1.5	F	9 (FI=4)	12 (FI=4)	45 LPF	86 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
19	03.04	/	/	1.5	F	6 (FI=3)	9 (FI=3)	41 LPF	70 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
20	04.04	/	/	1.5	F	18 (FI=8)	24 (FI=8)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
21	04.05	/	/	1.5	F	41 (FI=11)	61 (FI=11)	147 LPF	300 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
22	04.10	/	/	1.5	F	72 (FI=30)	100 (FI=30)	63 LPF	116 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
23	04.12	/	/	1.5	F	21 (FI=10)	28 (FI=10)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL*	TLV ₈ **	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo 1 psi (m)	Amortiguamiento 0.5 psi (m)	Alto Riesgo 5 kW/m ² (m)	Amortiguamiento 1.4 kW/m ² (m)	
24	05.02.TV-03	/	/	1.5	F	73 (FI=31)	100 (FI=31)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
25	05.02.TV-08	/	/	1.5	F	79 (FI=33)	108 (FI=33)	137 JF	223 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
26	05.06.TV-03	/	/	1.5	F	109 (FI=35)	157 (FI=35)	67 LPF	145 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
27	05.06.TV-08	/	/	1.5	F	103 (FI=33)	148 (FI=33)	51 LPF	109 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
28	05.08.TV-03	/	/	1.5	F	689 (FI=33)	1,111 (FI=33)	62 LPF	143 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
29	05.08.TV-08	/	/	1.5	F	105 (FI=46)	144 (FI=46)	50 LPF	108 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
30	05.10.TV-03	/	/	1.5	F	93 (FI=29)	134 (FI=29)	110 JF	164 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
31	05.10.TV-08	/	/	1.5	F	112 (FI=36)	160 (FI=36)	110 JF	166 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
32	06.02	/	/	1.5	F	34 (FI=8)	50 (FI=8)	79 LPF	168 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
33	06.03	/	/	1.5	F	9 (FI=4)	12 (FI=4)	45 LPF	87 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
34	06.04	/	/	1.5	F	4 (FI=2)	6 (FI=2)	41 LPF	70 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
35	07.04	/	/	1.5	F	23 (FI=11)	30 (FI=11)	139 JF	218 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL*	TLV ₈ **	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo 1 psi (m)	Amortiguamiento 0.5 psi (m)	Alto Riesgo 5 kW/m ² (m)	Amortiguamiento 1.4 kW/m ² (m)	
36	07.05	/	/	1.5	F	28 (FI=5)	43 (FI=5)	134 LPF	278 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
37	07.10	/	/	1.5	F	66 (FI=27)	91 (FI=27)	45 JF	80 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
38	07.12	/	/	1.5	F	21 (FI=10)	28 (FI=10)	139 JF	218 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
39	08.02.TV-07	/	/	1.5	F	58 (FI=37)	77 (FI=37)	139 JF	218 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
40	08.02.TV-09	/	/	1.5	F	47 (FI=23)	62 (FI=23)	139 JF	218 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
41	08.06.TV-07	/	/	1.5	F	84 (FI=25)	121 (FI=25)	60 LPF	130 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
42	08.06.TV-09	/	/	1.5	F	55 (FI=16)	80 (FI=16)	101 JF	117 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
43	08.08.TV-07	/	/	1.5	F	561 (FI=26)	904 (FI=26)	58 LPF	128 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
44	08.08.TV-09	/	/	1.5	F	44 (FI=20)	59 (FI=20)	46 LPF	102 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
45	08.10.TV-07	/	/	1.5	F	89 (FI=33)	125 (FI=33)	223 JF	335 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
46	08.10.TV-09	/	/	1.5	F	41 (FI=14)	59 (FI=14)	223 JF	335 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
47	09.02	/	/	1.5	F	301 (FI=129)	411 (FI=129)	150 JF	196 JF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL*	TLV ₈ **	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo 1 psi (m)	Amortiguamiento 0.5 psi (m)	Alto Riesgo 5 kW/m ² (m)	Amortiguamiento 1.4 kW/m ² (m)	
48	09.03	/	/	1.5	F	145 (FI=80)	186 (FI=80)	40 LPF	71 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
49	09.04	/	/	1.5	F	129 (FI=80)	160 (FI=80)	35 LPF	57 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
50	10.04	/	/	1.5	F	35 (FI=18)	46 (FI=18)	323 LPF	530 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
51	10.05	/	/	1.5	F	--	--	352 LPF	588 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
52	10.08	/	/	1.5	F	22 (FI=12)	30 (FI=12)	302 LPF	500 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
53	10.10	/	/	1.5	F	40 (FI=20)	52 (FI=20)	321 LPF	527 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
54	11.02.TV-01	/	/	1.5	F	40 (FI=20)	52 (FI=20)	321 LPF	527 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
55	11.02.TV-02	/	/	1.5	F	40 (FI=20)	52 (FI=20)	321 LPF	527 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
56	11.06.TV-01	/	/	1.5	F	--	--	161 LPF	275 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
57	11.06.TV-02	/	/	1.5	F	--	--	161 LPF	275 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
58	11.08.TV-01	/	/	1.5	F	723 (FI=20)	1,174 (FI=20)	160 LPF	273 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
59	11.08.TV-02	/	/	1.5	F	723 (FI=20)	1,174 (FI=20)	160 LPF	273 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL*	TLV ₈ **	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo 1 psi (m)	Amortiguamiento 0.5 psi (m)	Alto Riesgo 5 kW/m ² (m)	Amortiguamiento 1.4 kW/m ² (m)	
60	11.10.TV-01	/	/	1.5	F	32 (FI=10)	46 (FI=10)	169 LPF	283 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
61	11.10.TV-02	/	/	1.5	F	32 (FI=10)	46 (FI=10)	169 LPF	283 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
62	12.02	/	/	1.5	F	14 (FI=1)	23 (FI=1)	285 LPF	481 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
63	12.03	/	/	1.5	F	--	--	15 LPF	25 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
64	12.04	/	/	1.5	F	--	--	8 LPF	12 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
65	13.03	/	/	1.5	F	12 (FI=2)	19 (FI=2)	52 LPF	112 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
66	13.04	/	/	1.5	F	27 (FI=12)	37 (FI=12)	53 LPF	93 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
67	14.03	/	/	1.5	F	--	--	120 LPF	205 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)
68	14.04	/	/	1.5	F	27 (FI=12)	37 (FI=12)	106 LPF	172 LPF	Estabilidad de Pasquill (3 m/s, D)

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

- I.1.1 Plano de Localización
- I.1.2 Plano de Infraestructura
- I.1.3 Plano de Zonas de Inestabilidad
- I.1.4 Plano de Sismicidad
- I.1.5 Plano de Grado de Riesgos por Ciclones e Inundaciones
- I.1.6 Plano de Edafología, Cuerpos de Agua, Regiones Hidrológicas
- I.1.7 Plano de Áreas Naturales Protegidas
- I.1.8 Plano de Infraestructura y Servicios
- I.1.9 Plano de Zonas Vulnerables
 - I.1.9.1 Plano de Zonas Vulnerables
- I.1.3.1 (S-201) Arreglo General de Agua Sistema Contra Incendio
- I.1.3.2 (S-202) Arreglo General de Espuma Sistema Contra Incendio
- I.1.3.3 (S-100) Diagrama de Flujo de Proceso Sistema de Agua Contra Incendio
- I.1.3.4 (S-101) Diagrama de Flujo de Proceso Sistemas de Espumas Contra Incendio
- I.2.3.1 (E-001) Plano de Arreglo General
- I.3.1 (A-300) Diagrama de Tubería e Instrumentación
- I.3.2 (A-301) Diagrama de Tuberías e Instrumentación Llenaderas de Auto-tanques(1/2)
- I.3.3 (A-302) Diagrama de Tuberías e Instrumentación Llenaderas de Auto-tanques(2/2)
- I.3.4 (A-200) Balance de Materia y Energía del Proceso
- I.3.5 (A-100) Diagrama de Flujo de Procesos Almacenamiento
- I.3.6 (A-101) Diagrama de Flujo de Procesos Llenaderas de Auto-tanque
- III.1.1.1 (S-300) Diagrama de Tuberías e Instrumentación Bombas contra incendio
- III.1.1.2 (S-301) Diagrama de Tuberías e Instrumentación Red de Agua Contra Incendio (1/2)
- III.1.1.3 (S-302) Diagrama de Tuberías e Instrumentación Red de Agua Contra Incendio (2/2)
- III.1.1.4 (S-303) Diagrama de Tubería e Instrumentación Red de Espuma Contra Incendio
- III.1.1.5 (S-200) Plano de Localización General de Instrumentos del Sistema de Control Contra Incendio

V.1.2. Fotografías



Foto 1. Muelle y predio destinado al proyecto de petrolíferos, (Situación actual).



Foto 2. Predio para el desarrollo de la terminal de almacenamiento de petrolíferos.

Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018



Foto 3. Muelle compartido para descarga de carbón y petrolíferos (proyecto).



Foto 4. Área destinada para tanques de almacenamiento.



**ESTUDIO DE RIESGO,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO
LÁZARO CÁRDENAS**



Elaboró:
G.R.M.

Revisó:
E.A.A.

Revisión:
C

Agosto
2018

V.1. OTROS ANEXOS

- V.1. Metodología HazOp
- V.2. Metodología QPS
- V.3. Proyecto Electrico
- V.4. Recomendaciones Generales