

# Estudio de Riesgo Ambiental



**Proyecto: “Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular EDS CEDA”**

Promovente:  
Combustibles Ecológicos Mexicanos S.A. de C.V.

**Noviembre 2019**

## Contenido

<b>I. Datos Generales .....</b>	<b>8</b>
I.1 Nombre o Razón Social de la empresa u organismo.....	8
I.2 Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa .....	8
I.3 Número del registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).....	8
I.4 Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional) .....	8
I.5 Actividad Productiva principal del establecimiento .....	8
I.6 Clave del Catálogo MAP .....	8
I.7 Código Ambiental (CA) .....	8
I.8 Domicilio del Establecimiento.....	8
I.9 Domicilio para oír y recibir notificaciones .....	9
I.10 Fecha de Inicio de Operación.....	9
I.11 Número de Trabajadores Equivalente (opcional).....	9
I.12 Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional).....	9
I.13 Número de trabajadoras promedio, por día y por turno laborado .....	9
I.14 ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional) .....	9
I.15 ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional) .....	10
I.16 Participación de capital .....	10
I.17 Número de empleos indirectos a generar.....	10
I.18 Inversión estimada (M.N.) .....	10
I.19 Nombre del Gestor o Promovente.....	10
I.20 Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente .....	10
I.21 Departamento proponente del estudio de riesgo .....	10
I.22 Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal), bajo protesta de decir verdad .....	10
I.23 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso)...	10
I.24 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo .....	10
I.25 Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable del estudio. ....	11
<b>II. Descripción General de la Instalación .....</b>	<b>13</b>
II.1 Nombre de la Instalación, haciendo una breve descripción de la actividad .....	13
II.1.1 Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización .....	13
II.1.2 Fecha de Inicio de Operaciones.....	13
II.2 Ubicación de la Instalación.....	13
II.2.1 Planos de localización a escalas adecuadas y legibles, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 metros. ....	15
II.2.2 Coordenadas Geográficas de la Instalación (no aplica para zonas urbanas) .....	16

II.2.3 Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos de suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.. 17

II.2.4 Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m2 o Ha).....20

II.2.5 Descripción de accesos (marítimos, terrestres y aéreos) .....20

II.2.6 Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada. ....21

II.3 Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o servicios) .....22

II.4 Número de personal necesario para la operación de la estación. ....22

II.5 Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, permiso de construcción, autorización en materia de impacto ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional). ....23

**III. Aspectos del Medio Natural y Socioeconómico.....23**

III.1 Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: flora, fauna, suelo, aire y agua. ....23

III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio); dirección del viento y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).....37

III.3 Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación. ....40

III.4 Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros, entorno a la instalación. ....48

III.5 Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de las actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.....50

III.6 El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:.....51

III.7 Si es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.....60

**IV. Integración del Proyecto a las Políticas Marcadas en el Programa de Desarrollo Urbano 61**

**V. Descripción del Proceso .....62**

V.1 Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos. ....62

V.2 Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagrama de bloques). ....64

V.3 Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los listados de actividades altamente riesgosas, especificando sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m3/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MMPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad. ....76

V.4 Presentar la hoja de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994 “Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo”, de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB..... 76

V.5 Tipo de Recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos..... 76

V.6 Describir equipos de procesos y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación. .... 77

V.7 Condiciones de operación. Anexar los diagramas de flujo, indicando la siguiente información ..... 79

    V.7.1 Balance de Materia..... 79

    V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación ..... 79

    V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso..... 79

V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes) ..... 80

V.9 Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y la simbología correspondiente. .... 81

**VI. Análisis y Evaluación de Riesgo ..... 82**

    VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención..... 82

    VI.2 Identificación de Riesgos ..... 96

    VI.3 Radios potenciales de afectación ..... 106

    VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.) ..... 110

    VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas ..... 110

    VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en el punto VI.2 y VI.3..... 116

    VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoria de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma. .... 121

    VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. .... 121

    VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente. .... 123

**VII. Conclusiones y recomendaciones ..... 124**

VII.1 Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo.....	124
VII.2 Resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de Riesgo Ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.....	127
VII.2.1 Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo.....	127
VII.3 Conclusiones del estudio de Riesgo .....	127
<b>VIII. Anexo Fotográfico.....</b>	<b>128</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Croquis de Acceso a la Estación. ....	9
Figura 2. Ubicación del Proyecto (Municipal). ....	14
Figura 3. Ubicación del proyecto (Sitio). ....	15
Figura 4 Puntos Importantes Cercanos a la EDS .....	16
Figura 5. Ubicación del proyecto (detalle) .....	17
Figura 6. Uso de Suelo en Radio de 500 metros.....	19
Figura 7. Descripción de Accesos (Terrestres) .....	21
Figura 8. Unidades climáticas en el Sistema Ambiental. ....	24
Figura 9. Tipo de suelo en el Sistema Ambiental. ....	25
Figura 10. Cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica 26 "Pánuco". ....	26
Figura 11. Subcuencas pertenecientes a la cuenca Río Moctezuma.....	26
Figura 12. Cuencas hidrográficas en la que se ubica el Sistema Ambiental. ....	27
Figura 13. Cuerpos y corrientes de agua en el Sistema Ambiental. ....	28
Figura 14. Corrientes de agua en la zona del proyecto. ....	29
Figura 15. Acuífero en el que se ubica el Sistema Ambiental. ....	30
Figura 16. Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental.....	33
Figura 17. Casuarina equisetifolia y Ficus benjamina, respectivamente. ....	34
Figura 18. Sceloporus torquatus y S. grammicus.....	36
Figura 19. Cynanthus latirostris y Haemorrhous mexicanus.....	36
Figura 20. Ubicación de las estaciones climatológicas y la EMA.....	37
Figura 21. Gráfica de dirección de ráfaga y viento promedio en la EMA "Tezontle" para el periodo de junio a septiembre de 2019.....	39
Figura 22. Dirección del viento (Estación UAM Iztapalapa).....	40
Figura 23. Comunidades urbanas. ....	41
Figura 24. Crecimiento poblacional de Iztapalapa, CDMX, de 1970 a 2030. ....	43
Figura 25. Distribución porcentual de la población ocupada según el sector económico, Iztapalapa. ....	45
Figura 26. Indicadores de pobreza, Iztapalapa 2019. ....	47

Figura 27. Carencia por acceso a calidad y espacios en la vivienda, Iztapalapa 2019. ....	47
Figura 28. Carencia por acceso a servicios básicos en la vivienda. ....	48
Figura 29. Indicadores de carencias sociales, 2019. ....	48
Figura 30. Plano de la Zona Comercial que Rodea la Estación de Servicio.....	49
Figura 31. Regionalización sísmica de la República Mexicana. ....	52
Figura 32. Zonas Sísmicas del Valle de México.....	53
Figura 33. Zonificación del peligro sísmico para la Delegación Iztapalapa. ....	54
Figura 34. Zonificación del peligro sísmico y densidad de población para la Delegación Iztapalapa. ....	54
Figura 35. Zonificación de las inundaciones en la Delegación Iztapalapa. ....	57
Figura 36. Inundaciones registradas en la Delegación Iztapalapa. ....	58
Figura 37. Niveles y coeficientes de peligro de inundación de la Delegación Iztapalapa. ....	59
Figura 38. Mapa de peligros por temperatura mínima promedio. ....	60
Figura 39. Diagrama General de Funcionamiento.....	73
Figura 40. Diagrama de Funcionamiento Compresión.....	74
Figura 41. Diagrama de Funcionamiento Servicios Auxiliares. ....	75
Figura 42. Diagrama de Flujo. ....	79
Figura 43. DTI de la Estación de Servicio.....	81
Figura 44. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA. ....	84
Figura 45. Sustancias involucradas en emergencias.....	85
Figura 46. Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2014) Número, Localización y Tipo de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA. ....	86
Figura 47. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2014) Número, Ubicación y Medio de Transporte de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA. ....	86
Figura 48. Análisis estadístico de los daños a la población ocasionados por las emergencias ambientales. ....	88
Figura 49. Emergencias notificadas en 2017: Total de emergencias 652. ....	88
Figura 50. Emergencias notificadas en 2017.....	89
Figura 51. Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) de la Estación de Servicio de Gas Natural.....	98
Figura 52. Ubicación del proyecto. ....	124
Figura 53. Diagrama de funcionamiento general.....	126
Figura 54. Estación de Servicio de Gas Natural.....	128
Figura 55. Área de Dispensadores.....	129
Figura 54. Entrada/Salida Este de la Estación de Servicio.....	129
Figura 57. Patio de maniobras.....	130

Figura 58. Colindancia Inmediata al Este de la Estación / Camino de Acceso. ....	130
Figura 59. Colindancia Inmediato al Sur de la Estación. ....	131
Figura 60. Colindancia Inmediata al Oeste de la Estación / Camino de Acceso. ....	131
Figura 61. Colindancia Inmediata al Norte de la Estación. ....	132

## Índice de Tablas

Tabla 1 Ubicación de la Estación de Servicio.....	16
Tabla 2. Zonas vulnerables cercanas al proyecto.....	19
Tabla 3. Características del tipo de suelo.....	24
Tabla 4. Características del acuífero "Zona Metropolitana de la Cd. de México". ....	30
Tabla 5. Especies de flora. ....	33
Tabla 6. Vertebrados en la Ciudad de México.....	34
Tabla 7. Especies de aves.....	35
Tabla 8. Datos de la estación climatológica cercana al sitio del proyecto. ....	38
Tabla 9. Valores promedio medidos en las estaciones 9026 y 9036. ....	38
Tabla 10. Valores promedio medidos en la estación "Tezontle" para el periodo de junio a septiembre de 2019.....	38
Tabla 11. Comunidades en el Sistema Ambiental y alrededores. ....	41
Tabla 12. Porcentaje de población rural y urbana en la alcaldía Iztapalapa. ....	42
Tabla 13. Crecimiento poblacional de 1970 a 2030. ....	42
Tabla 14. Población por grupos de edad. ....	43
Tabla 15. Mortalidad en la población de Iztapalapa, CDMX. ....	43
Tabla 16. Población económicamente activa (1990-2015) en la alcaldía Iztapalapa.....	44
Tabla 17. Tasa de participación económica en Iztapalapa. ....	44
Tabla 18. División ocupacional en la alcaldía Iztapalapa. ....	44
Tabla 19. Distribución porcentual de la población ocupada según el sector de actividad económica, 2015. ....	45
Tabla 20. Condición de actividad económica, Iztapalapa 2015.....	45
Tabla 21. Distribución según posición en el trabajo, Iztapalapa 2015.....	46
Tabla 22. Riesgo de ocurrencia de fenómenos climatológicos.....	51
Tabla 23 Compresores (Marca y Modelo).....	65
Tabla 24 Almacenamiento (Marca y Modelo).....	67
Tabla 25. Dispensadores (Marca y Modelo). ....	69
Tabla 26. Características y especificaciones equipos proceso y auxiliares. ....	78
Tabla 27 Balance de Materia y Condiciones de Operación/Diseño de la EDS.....	80
Tabla 28. Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.....	84

Tabla 29. Eventos ocurridos en México. ....	91
Tabla 30. Distribución típica de las causas de fallas 1985-1999. ....	93
Tabla 31. Resultados índices del sistema. ....	94
Tabla 32. Resultados índices con reducción. ....	94
Tabla 33. Probabilidad de ocurrencia. ....	100
Tabla 34. Ejemplo Hoja de Trabajo HazOp. ....	100
Tabla 35 Resultados finales HazOp .....	101
Tabla 36. Jerarquización de riesgos en el Nodo 1 (Punto de interconexión a entrada Estación de Regulación y Medición).....	102
Tabla 37. Jerarquización de riesgos en el Nodo 2 (Entrada Estación de Regulación y Medición a Succión de Compresores). ....	103
Tabla 38. Jerarquización de riesgos en el Nodo 3 (Descarga de compresores a dispensadores de Gas natural).....	103
Tabla 39. Jerarquización de riesgos en el Nodo 4 (Conexión de despacho a usuarios finales). ....	104
Tabla 40. Jerarquización de riesgos totales por nodo. ....	104
Tabla 41. Tasa de Descarga.....	107
Tabla 42. Interacciones.....	111
Tabla 43. Resultados por nodo.....	112
Tabla 44 Medidas de prevención y mitigación.....	114
Tabla 45. Recomendaciones Técnico-Operativas.....	116
Tabla 46. Medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad. ....	121
Tabla 47. Ubicación de la Estación de Servicio. ....	125

## **I. Datos Generales**

### **I.1 Nombre o Razón Social de la empresa u organismo**

Combustibles Ecológicos Mexicanos, S.A. de C.V.

(En el Anexo 1.1 se agrega copia simple del acta constitutiva)

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

CEM970905VB3 (en el Anexo 1.2 se agrega RFC de la Empresa)

### **I.3 Número del registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional)**

No aplica.

### **I.4 Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional)**

No aplica.

### **I.5 Actividad Productiva principal del establecimiento**

Suministro de Gas Natural Vehicular a automotores particulares y flotas que demanden el combustible para su funcionamiento.

### **I.6 Clave del Catálogo MAP**

486210 del catálogo de INEGI CMAP.

### **I.7 Código Ambiental (CA)**

Clave Única del Registro del Regulador (CURR): ASEA-COE18201C.

### **I.8 Domicilio del Establecimiento**

Circuito de Envases Vacíos Mz. 11 Lt. 9, Col. Central de Abastos, Del. Iztapalapa, C. P. 09040, Ciudad de México.

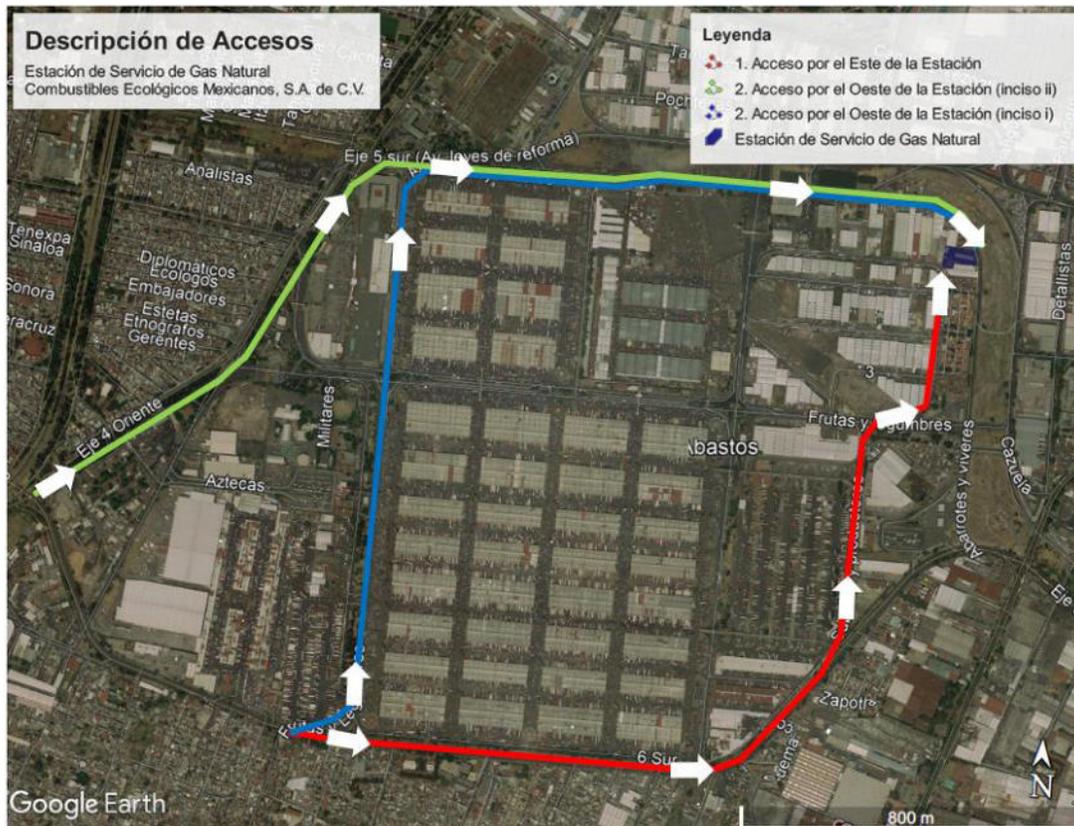


FIGURA 1. CROQUIS DE ACCESO A LA ESTACIÓN.

### I.9 Domicilio para oír y recibir notificaciones

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### I.10 Fecha de Inicio de Operación

03 de diciembre del año 2015.

### I.11 Número de Trabajadores Equivalente (opcional)

19 trabajadores.

### I.12 Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional)

168 horas.

### I.13 Número de trabajadoras promedio, por día y por turno laborado

8 trabajadoras en promedio por turno por día.

### I.14 ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)

No.

**I.15 ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)**

Asociación Mexicana de Gas Natural y COPARMEX de la Ciudad de México.

**I.16 Participación de capital**

Mexicana en su totalidad.

**I.17 Número de empleos indirectos a generar**

88 empleos indirectos.

**I.18 Inversión estimada (M.N.)**

Datos Patrimoniales de la Persona Moral, Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.

**I.19 Nombre del Gestor o Promovente**

Promovente: Combustibles Ecológicos Mexicanos S.A. de C.V.

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

Promovente: CEM970905VB3.

**I.21 Departamento proponente del estudio de riesgo**

- Departamento de Ingeniería
- Departamento de Seguridad e Higiene

**I.22 Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal), bajo protesta de decir verdad**

Nombre Completo: **Luis Felipe Echavarría Escobar**

Puesto: Director General

Firma: \_\_\_\_\_

**I.23 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso)**

Colibrí Soluciones Ambientales S.A. de C.V.

**I.24 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo**

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

**I.25 Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable del estudio.**

Nombre Completo: **I.A. Tania Patricia Martínez Soto**

Puesto: Representante Legal

Firma: \_\_\_\_\_

## **Fundamentación Legal para Elaborar Estudio de Riesgo**

La Estación de Servicio de Gas Natural cuenta con alta presión dentro de su proceso y gas natural como sustancia única y principal, lo cual hace que sus actividades sean consideradas como altamente riesgosas, por lo que, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y el Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental, y considerando las buenas prácticas de la empresa Combustibles Ecológicos Mexicanos, S.A. de C.V. se presenta el siguiente estudio de riesgo ambiental para la actividad a realizar.

*“Fundamento legal para la presentación del estudio de riesgo ambiental: debido a que se maneja gas natural (en su composición mayormente metano, considerada como actividad altamente riesgosa a aquella que lo maneje: “ACUERDO por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, listado de actividades altamente riesgosas”) y debido a que se realiza la actividad de expendio al público de gas natural (Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental) la cual requiere autorización de la Secretaría en Materia de Impacto Ambiental. Estos criterios cumplen con lo dispuesto en el artículo 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, donde se requiere la presentación de un Estudio de Riesgo bajo las condiciones mencionadas (sustancia y actividad) motivo por el cual se elabora el documento presente.”*

De acuerdo con que el proyecto corresponde al sector de Hidrocarburos, la competencia para la revisión y en todo caso aprobación corresponde a la Agencia de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA).

Aunado a lo anterior se comprueba el requerimiento de estudio de riesgo ya que la estación de servicio cuenta con almacenamiento el cual tiene la capacidad total de hasta 4,000 litros de agua, lo cual equivale a 761.2 kg de gas natural (se presenta el cálculo más adelante). Con base en este dato presentado, se rebasa la cantidad de reporte (500 Kg) y entra en la competencia federal su revisión y aprobación.

### Selección de la Guía para el Estudio de Riesgo

Debido a que la Estación de Servicio es un establecimiento en operación corresponde realizar el trámite SEMARNAT-07-008. Con base en la guía (se adjunta como Anexo 1.3), en el punto “Determinación de Nivel del Estudio”, se puede observar que:

- El proceso no cumple las características para considerar que el gas natural se transporta por ducto.
- No se cumplen todas las características del Grupo I y II.
- No se cumple con ninguna actividad enlistada en el Grupo de características III.

Con base en lo anterior, el Nivel de Estudio de Riesgo que corresponde, es el Nivel 2, y se seguirán para este estudio, los puntos solicitados en este nivel.

## II. Descripción General de la Instalación

### II.1 Nombre de la Instalación, haciendo una breve descripción de la actividad

El proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una Estación de Servicio de gas natural vehicular (EDS) la cual tiene como objetivo atender al sector público, especialmente, a los camiones de flotas que tienen asentamiento en la zona. La EDS se encuentra en Iztapalapa, Ciudad de México y pertenece a la empresa Combustibles Ecológicos Mexicanos, S.A. de C.V.

La EDS en todas sus etapas se basan en buenas prácticas de la industria, así como en la normatividad nacional (mencionada en puntos posteriores) y en particular, en especificaciones y lineamientos establecidos aplicables por la *NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores.*

La Estación basa su funcionamiento en 5 etapas (desde su punto de interconexión hasta el suministro a usuarios): Estación de Regulación y Medición (ERM), etapa de secado, compresión, sistema cascada y dispensadores de gas natural. La Estación obtiene su suministro a partir de la interconexión con la red de distribución de Maxigas. El sistema inicia en la conexión con el ducto de Maxigas donde a través de una tubería de acero al carbón, el gas circula hasta llegar a una estación de regulación y medición, donde el gas se filtra, acondiciona (regula) y mide el combustible, posterior a la ERM, se elimina la humedad que pueda contener el gas natural; las etapas anteriores servirán para que el flujo se encuentre acondicionada y con variables operativas para su compresión, en dicha etapa, el gas natural sufrirá un aumento de presión con el fin de que se tengan las condiciones para su almacenamiento y suministro a través de los dispensadores a usuarios finales (ya que al aumentar la presión, aumenta la temperatura del fluido, dentro de los compresores, se tiene un sistema de enfriamiento).

De las últimas dos etapas mencionadas (almacenamiento y dispensadores), en la primera de ellas, se almacena el combustible con el fin de que espaciar los arranques del compresor, logrando un trabajo más eficiente del equipo (este almacenamiento funciona en cascada); posterior a la compresión y almacenamiento, el gas natural seguirá trayectoria por la estación de servicio hasta llegar a los dispensadores vehiculares, estos equipos son los que se encargan, a través de un conjunto de dispositivos, de suministrar el hidrocarburo a los usuarios finales ya mencionados. La EDS cuenta con un panel de control o panel de prioridades el cual controla las variables y seguridad automática de la estación. En puntos posteriores se describirán con mayor detalle el proceso, así como cada una de las etapas mencionadas.

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

La EDS no cuenta con planes de crecimiento a futuro, ya que no se cuenta con superficie suficiente para la expansión de esta y la proyección de la demanda futura se tiene contemplada con la capacidad actual de la estación.

#### II.1.2 Fecha de Inicio de Operaciones

La Estación de Servicio empezó a operar el 03 de diciembre del año 2015.

### II.2 Ubicación de la Instalación

La EDS se encuentra la colonia Central de Abastos al Noroeste del municipio, la estación está rodeada principalmente por naves comerciales, desde locales pequeños hasta terrenos con recintos de gran magnitud también se localizan algunos lotes/terrenos baldíos, la estación de servicios se

encuentra en el municipio de Iztapalapa en la Ciudad de México, como se muestra en las siguientes imágenes.

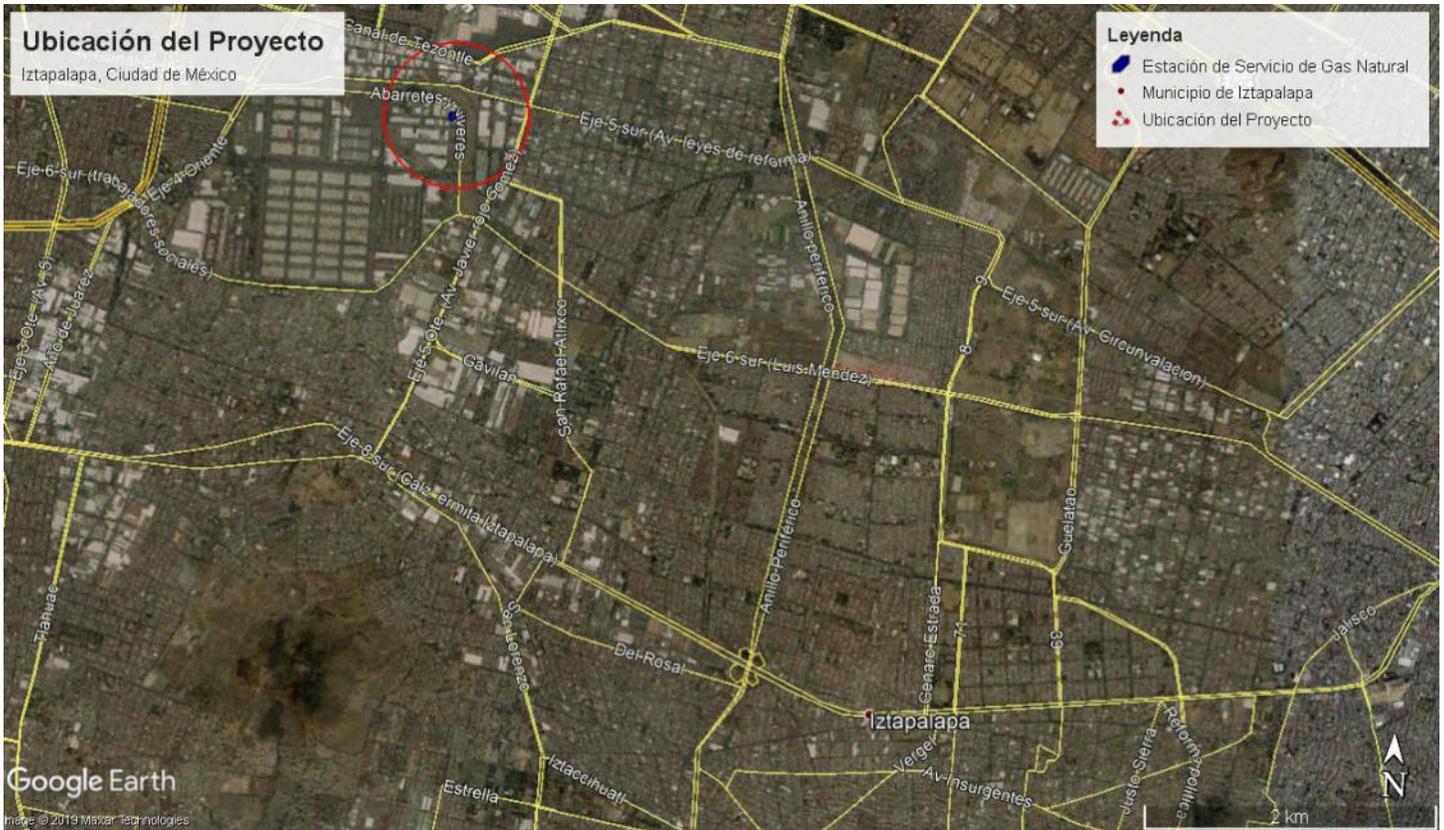


FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO (MUNICIPAL).

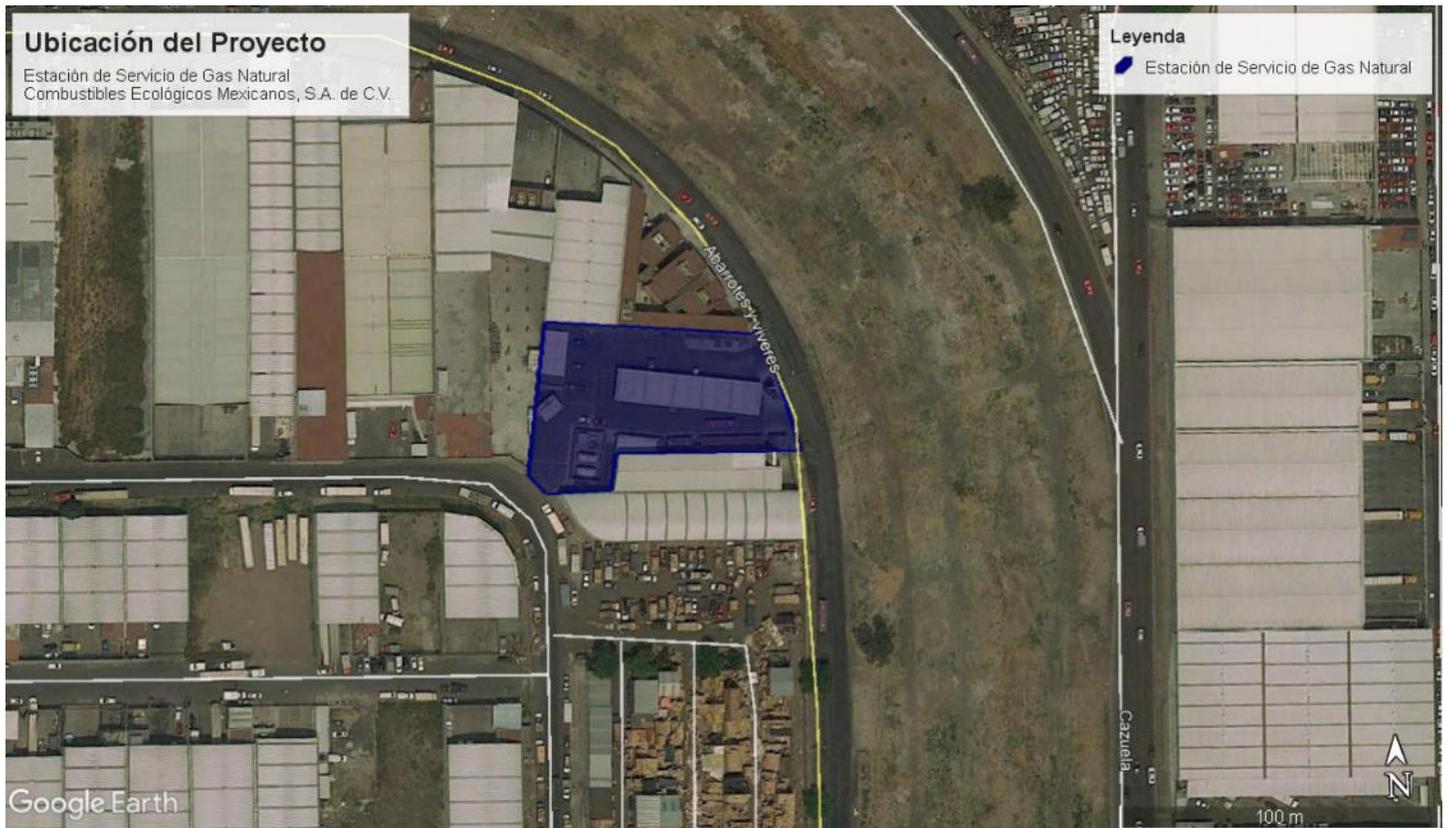


FIGURA 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO (SITIO).

En el Anexo 2.1 se muestra el plano de ubicación con mayor nitidez.

**II.2.1 Planos de localización a escalas adecuadas y legibles, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 metros.**

A continuación, se muestran los puntos de interés cercanos a la instalación dentro de un radio de 500 metros, este plano se podrá verificar con mayor nitidez en el Anexo 2.2.

**NOTA:** Debido a que la estación se encuentra en una zona donde predominan los asentamientos comerciales, en consecuencia, un radio de 500 metros marcaría hasta más de 100 puntos comerciales, por lo que el plano mostrará en polígonos las zonas comerciales, zonas urbanas, en caso de existir zonas industriales, entre otros aspectos a destacar que se pueden observar.

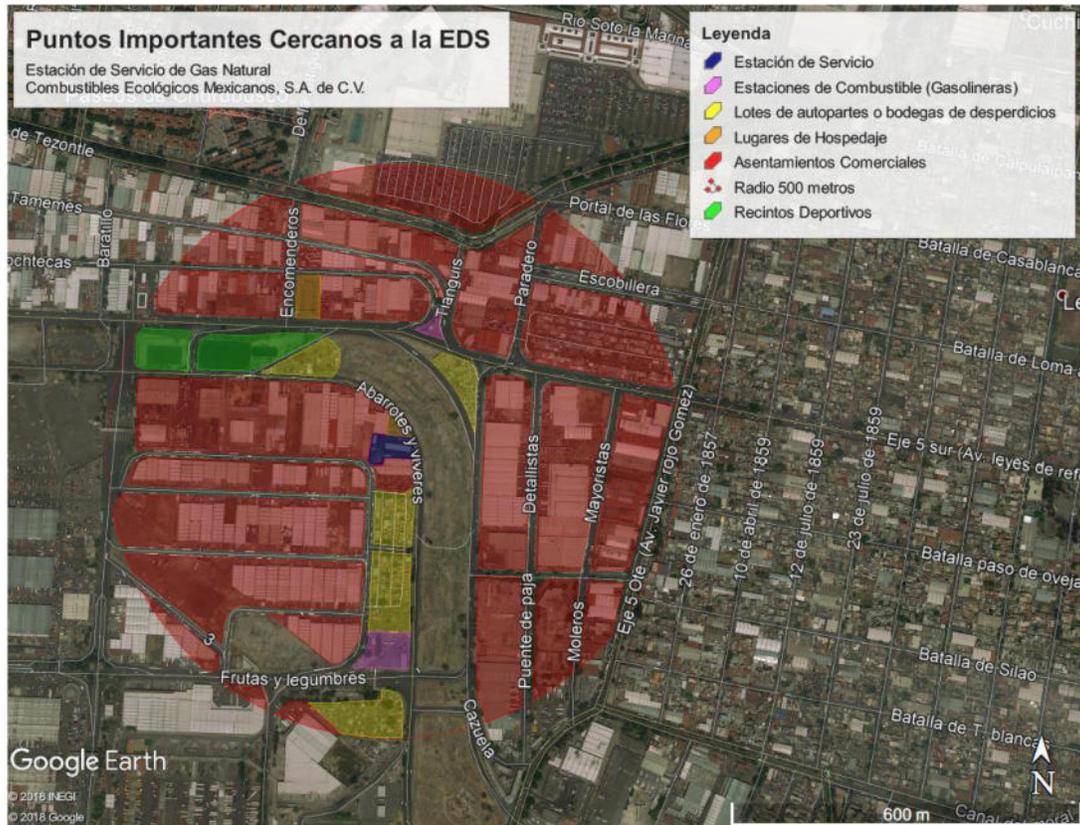


FIGURA 4 PUNTOS IMPORTANTES CERCANOS A LA EDS

II.2.2 Coordenadas Geográficas de la Instalación (no aplica para zonas urbanas)

A pesar de que la estación de servicio se encuentra en una zona urbana, a continuación, se muestra su dirección y se enlistan los puntos límites con coordenadas que conforman el terreno de la misma: Dirección: Circuito de envases vacíos Mz. 11 Lt. 9, Col. Central de Abastos, Del. Iztapalapa, C. P. 09040, Ciudad de México.

TABLA 1 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO

Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM (14 Q)		Área de la EDS [m <sup>2</sup> ]
	Longitud	Latitud	X (m E)	Y (m N)	
A	19.37820	-99.08187	491402.53	2142677.85	3,291.3
B	19.37826	-99.08249	491337.97	2142684.10	
C	19.37783	-99.08255	491330.95	2142636.53	
D	19.37777	-99.08250	491336.36	2142630.32	
E	19.37778	-99.08231	491356.83	2142630.80	
F	19.37788	-99.08229	491358.68	2142642.11	
G	19.37787	-99.08174	491416.61	2142640.79	
H	19.37806	-99.08179	491410.94	2142662.14	
I	19.37822	-99.08185	491404.77	2142679.17	
Centro	19.37804	-99.08215	491373.00	2142659.99	



FIGURA 5. UBICACIÓN DEL PROYECTO (DETALLE)

II.2.3 Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos de suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.

El proyecto se lleva a cabo desde la conexión con la red de distribución de Maxigas hasta el suministro de gas natural a usuarios. Como ya se ha mencionado, el proyecto se encuentra en el municipio de Iztapalapa, Ciudad de México, en una colonia de gran afluencia comercial, por lo cual se analizaron las colindancias de la estación, esto de la siguiente manera:

- Hacia la zona **Sur** del proyecto, se localiza en primera instancia una bodega donde se almacenan cajas y residuos sólidos urbanos propios de la zona comercial, posterior a dicha bodega se localiza un estacionamiento de un área pequeña y al término de este terreno se encuentra una estación de combustible (gasolinera). Siguiendo en esta dirección se cruza un camino de acceso de la zona llamado “Frutas y Legumbres”, donde al finalizar el cruce, ubicamos un lote de auto partes y vehículos abandonados. Hacia el Suroeste de la estación se cruza un camino de acceso principal, posterior a esto se encuentra una zona comercial la cual abarca un área considerable, dicha zona está compuesta por locales, bodegas, caminos de acceso, pasillos y estacionamientos. Hacia el Sureste, se localiza un camino de acceso y un lote baldío (en algún día de la semana se colocan locales móviles de comercio)

“Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular EDS CEDA”

de gran superficie, al término de este terreno, se localiza una zona comercial conformada de igual forma como la zona localizada al Suroeste.

- Hacia el **Oeste** de la estación, colinda con algunos asentamientos comerciales de gran tamaño con estacionamiento propio. Al término de los terrenos de estos se localiza un Centro de Transferencia del municipio el cual es un órgano regulador de transporte, el mismo cuenta con un área que tiene más de 100 metros a lo largo. Al límite del radio de 500 metros en esta dirección se localiza un punto de caseta federal propio de la Central de Abastos.
- Hacia el **Este**, en paralelo a la estación, al igual que al Sureste, se cruza un camino de acceso, un área baldía y una zona comercial conformada por locales, caminos de acceso y estacionamientos.
- Hacia el **Norte**, se encuentra colindado de forma inmediata un hostel de pequeño tamaño, al término se encuentra el camino de acceso que se ha mencionado anteriormente en la dirección Este, al cruce de dicho camino se encuentra el lote baldío también ya mencionado, posterior a este baldío, tanto en dirección Norte, Noroeste y Noreste se localiza una zona comercial de gran tamaño, la cual al igual que en el resto de direcciones se encuentran locales, bodegas, estacionamientos, caminos y avenidas principales. Resaltando algunas cuestiones, hacia el Noroeste en paralelo al lote baldío dicho, se encuentran unas canchas deportivas; hacia el Noreste al término del lote baldío, se localiza una estación de combustible (gasolinera).

*En resumen, la estación de servicio se encuentra rodeada y colindando mayormente con zonas comerciales en todas direcciones, esto debido a la ubicación y colonia donde se encuentra. Solo en algunas direcciones resaltan algunos recintos como son canchas deportivas, hoteles y estaciones de combustible.*

### **Uso de Suelo dentro del radio de 500 metros**

En la siguiente figura se observan los usos de suelos que se encuentran en un radio de 500 metros con la siguiente división: industrial (comercial), habitacional, natural y agropecuario, en caso de existir alguno de estos.

Se distingue que el uso predominante es el comercial.

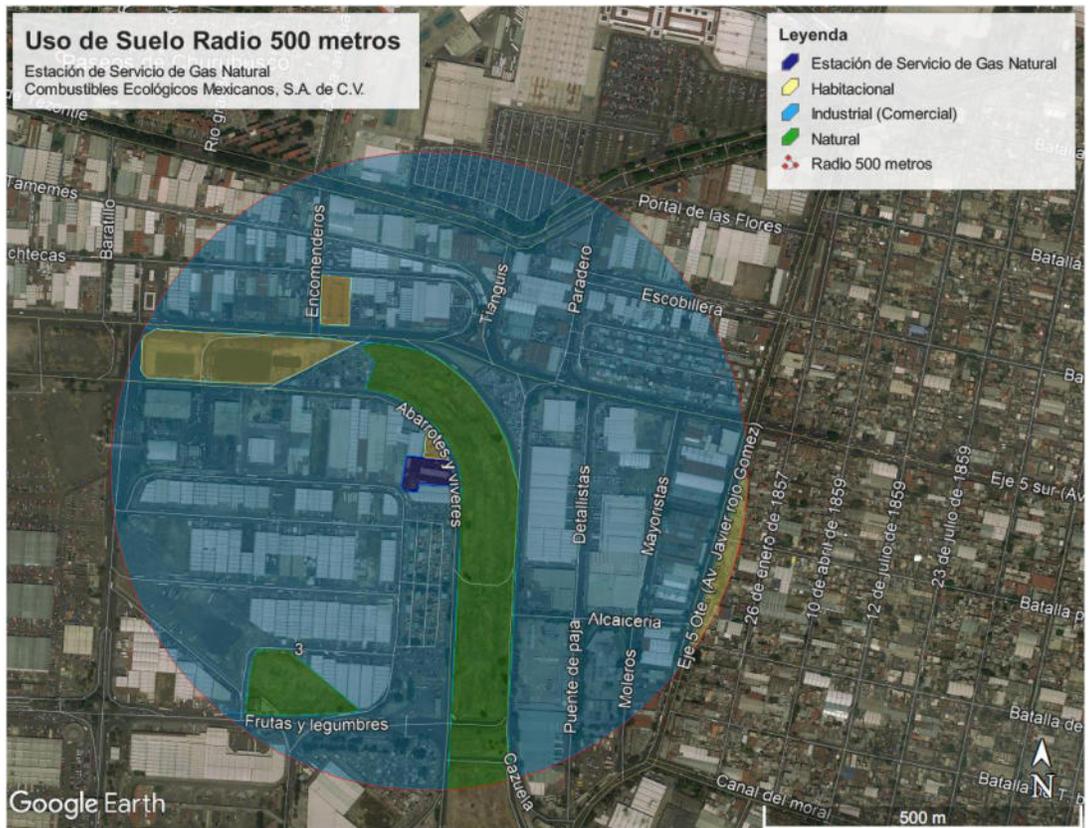


FIGURA 6. USO DE SUELO EN RADIO DE 500 METROS

**Zonas Vulnerables dentro de un Radio de 500 metros**

Debido a que la estación de servicio cuenta con un área considerable, así como infraestructura que maneja condiciones de operación especiales, es importante identificar las zonas vulnerables y su distancia con respecto a la EDS. Como hemos visto en las figuras anteriores y las colindancias descritas, no existen factores ambientales que sean impactados o que se pongan en riesgo debido a la estación, sin embargo, a pesar de que no se cuenta con una zona habitacional cercana, todos los asentamientos que se encuentran alrededor pueden ser considerados como asentamientos humanos ya que son comercios que brindan productos de la vida cotidiana y en los cuales acude una gran cantidad de población de forma diaria.

Con base en lo mencionado en el párrafo anterior, dentro del radio de 500 metros, se tiene una cantidad importante de zonas vulnerables, sin embargo, al ser predominante las zonas comerciales, se mostrarán como una única zona vulnerable. En el informe técnico que se muestra en el Anexo “Informe Técnico” se describen las zonas vulnerables con mayor detalle atribuible a cada escenario de riesgo que se planteará en el análisis de riesgos; de igual forma en los radios de afectación del Anexo 5.11 se podrá verificar visualmente las zonas impactadas en caso de algún evento.

TABLA 2. ZONAS VULNERABLES CERCANAS AL PROYECTO

Nombre de la Instalación	Zona de interés colindante	Descripción	Distancia respecto a la instalación (m)
Estación de Servicio de Gas Natural	Asentamientos o Zonas Comerciales	En todas las direcciones se localizan naves y/o locales comerciales pertenecientes a la Central de Abastos	5 metros (distancia más cercana) 500 metros (distancia más lejana)

Nombre de la Instalación	Zona de interés colindante	Descripción	Distancia respecto a la instalación (m)
	Canchas Deportivas	Se localiza al Noroeste de la estación, y cuentan con dos canchas de fútbol.	260 metros
	Estaciones de Combustible (Gasolineras)	Una se localiza al Norte y otra al Sur de la estación.	215 metros (distancia más cercana) 360 metros (distancia más lejana)
	Asentamientos habitacionales	Se localiza un hostel y un hotel al norte de la estación de servicio	5 metros (distancia más cercana) 250 metros (distancia más lejana)

### II.2.4 Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m<sup>2</sup> o Ha)

Prácticamente la superficie en la que se encuentra la estación de servicio es la misma que ocupa la infraestructura de la misma, ya que a pesar de que muchas áreas no son ocupadas por equipos, en automático dichas áreas se convierten en caminos y patio de maniobras para los vehículos y flotillas que cargan combustible, así como accesos peatonales y estacionamientos.

El área total del proyecto es de 3,291.3 metros cuadrados (3,291.3 m<sup>2</sup>).

### II.2.5 Descripción de accesos (marítimos, terrestres y aéreos)

La estación de servicio de gas natural cuenta solo con acceso terrestres, y existen dos, uno al Este y otro por el Oeste, cada uno de estos está marcado por el sentido de la vía principal, a continuación, se describen cada uno de ellos, así como un mapa de referencia:

1. Acceso por el Este de la Estación:

La ruta proviene de Sur a Norte.

- Partiendo de una avenida principal se tiene: empezando ruta en el Eje 6 Sur “Trabajadores Sociales” (al sur de la colonia Central de Abastos), posterior a poco más de 1,170 metros, se toma la salida a la izquierda hacia la calle “Subasta y Productores” la cual es un camino interno de la colonia. Sobre esta última calle, se hará un recorrido de aprox. 800 metros, donde al término de ellos se cruzará la calle “Frutas y Legumbres” para tomar el circuito de “Envases Vacíos”, siguiendo por este último, y después de casi 450 metros, del lado derecho se encontrará la estación de servicio.

2. Acceso por el Oeste de la Estación:

La ruta proviene de Sur a Norte. Se tienen dos opciones;

- Partiendo de una avenida principal se tiene: empezando ruta en el Eje 6 Sur “Trabajadores Sociales” (al sur de la colonia Central de Abastos) y cruce con la calle interna “Frutas y Legumbres” por la cual se tomará rumbo por aprox. 1,450 metros donde posterior a este punto se tomará en dirección Este la calle “Abarrotes y Víveres”, se recorrerá la misma por 1,370 metros (los últimos 100 metros la ruta girará hacia el sur) para llegar a la entrada de la estación.
- Partiendo de un cruce entre Eje 4 Oriente y Eje 6 Sur “Trabajadores Sociales”: empezará la ruta tomando Eje 4 Oriente de Sur a Norte por alrededor de 1,100 metros hasta llegar a la

calle interna “Abarrotos y Víveres”, se recorrerá esta última de Este a Oeste por 1,530 metros (los últimos 100 metros la ruta girará hacia el sur) para llegar a la entrada de la estación.

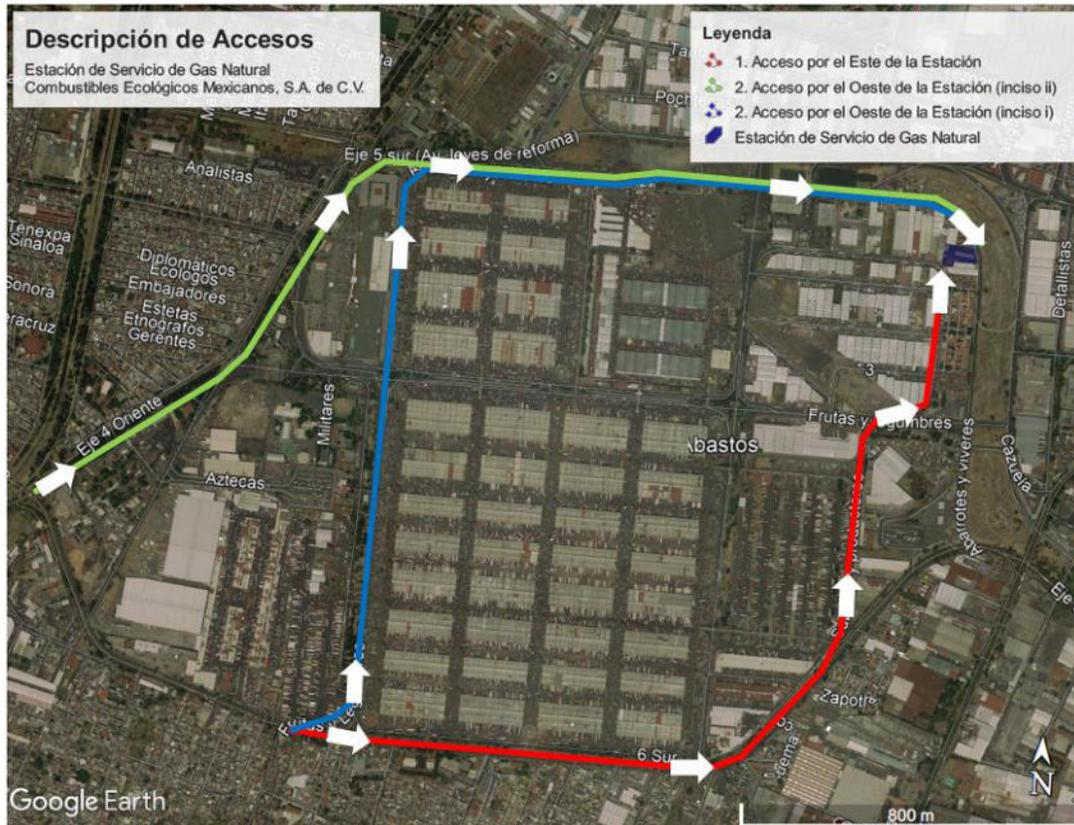


FIGURA 7. DESCRIPCIÓN DE ACCESOS (TERRESTRES)

**II.2.6 Infraestructura necesaria.** Para el caso de ampliaciones, indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

No se tienen contempladas ampliaciones, sin embargo, la infraestructura necesaria para el funcionamiento de la Estación de Servicio de Gas Natural es la siguiente:

- **Principal:**
  - Estación de Regulación y Medición
  - Secador
  - Compresores Eléctricos de Gas Natural
  - Sistema de Almacenamiento
  - Panel de Control o Panel de Prioridades
  - Dispensadores de Gas Natural
- **Secundaria:**
  - Subestación Eléctrica
  - Servicio de Aire
  - Almacén de Residuos Peligrosos
  - Drenaje Pluvial y Drenaje Sanitario
- **Administrativo:**
  - Caja
  - Comedor
  - Baños
  - Vestidores

○ **Estacionamiento**

En puntos posteriores se llevará a cabo una descripción más detallada de los servicios principales y secundarios (auxiliares).

**II.3 Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o servicios)**

La Estación de Servicio de Gas Natural, no requiere de alguna actividad, agente o servicio que sea llevado a cabo por un tercero para el funcionamiento de esta, sin embargo, depende de servicios auxiliares como energía eléctrica, agua y aire; para cada una de estas actividades se cuenta con infraestructura:

- Para la energía eléctrica se cuenta con una subestación eléctrica la cual se puede observar en el plano del Anexo 2.3.
- Para el servicio de agua se cuenta con líneas hidráulicas las cuales se pueden observar su recorrido y especificación en el plano del Anexo 2.4.
- Para el servicio de aire, solo se ocupa para brindar servicio a los usuarios que llegan a cargar combustible.

Por otra parte, solo existe una actividad que depende de las actividades y/o funcionamiento de la EDS, dicha actividad es el movimiento de los automotores, ya que la estación es la que suministra el combustible para que vehículos particulares, flotas de autobuses y flotas de autos (en los cuales su motor trabaja con gas natural vehicular) funcionen de forma correcta. En consecuencia, esto hace que se transporte población de una manera más amigable al medio ambiente y a un menor costo, en comparación a que los vehículos o buses consumieran gasolina/diésel.

**II.4 Número de personal necesario para la operación de la estación.**

Para la operación de la estación de servicio se requiere el siguiente número de personal operativo:

- 1er turno:
  - 4 despachadores
  - 1 jefe de piso
  - 4 técnicos mecánicos
  - 1 técnico de mantenimiento
  - 1 administrador
  - 1 subadministrador
- 2do y 3er turno:
  - 4 despachadores
  - 1 jefe de piso
  - 1 técnico de mantenimiento
  - 1 subadministrador

II.5 Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, permiso de construcción, autorización en materia de impacto ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional).

La EDS cuenta con las siguientes autorizaciones oficiales:

- Conformación del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), en el Anexo 2.5 se agrega comprobante.
- Clave Única de Registro del Regulado (CURR), en el Anexo 2.6 se agrega comprobante.
- Permiso de Expendio al Público de Gas Natural Comprimido para Uso Vehicular en Estación de Servicio ante la Comisión Reguladora de Energía, en el Anexo 2.7 se agrega comprobante.
- Dictamen de Operación y Mantenimiento bajo la NOM-010-ASEA-2016, en el Anexo 2.8 se agrega comprobante.
- Uso de Suelo (Anexo 2.9).

### III.Aspectos del Medio Natural y Socioeconómico

III.1 Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: flora, fauna, suelo, aire y agua.

Como ya se ha comentado, la Estación de Servicio se encuentra ubicada en el municipio de Iztapalapa, Ciudad de México. Por lo que a continuación se presenta la información solicitada en este punto, de la zona:

#### **Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)\***

- Aspectos abióticos
  - Clima

La clasificación oficial asignada al clima de la Ciudad de México es Semiárido, templado, presenta una temperatura media anual es de 16°C, la temperatura más alta es mayor a 25°C, se presenta en los meses de marzo a mayo, mientras que la más baja es alrededor de 5°C, presentándose en el mes de enero. Las lluvias se presentan en verano, la precipitación total anual es variable, desde 600 a 1,200 mm anuales.

De acuerdo con la base de datos proporcionada por el INEGI, y con base en la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988), el clima existente en la totalidad del Sistema Ambiental corresponde a BS1kw, es decir, “Semiseco templado”. En la figura 8 se observa la distribución del clima en el Sistema Ambiental (SA).

---

\* Adicional al presente Estudio de Riesgo Ambiental se elaboró una Manifestación de Impacto Ambiental en donde se determinó y caracterizó un Sistema Ambiental, el cual es la interacción entre el ecosistema (componentes bióticos y abióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región en donde está establecida la Estación de Servicio. En el presente apartado del ERA se describen los diversos factores delimitados al Sistema Ambiental propuesto.

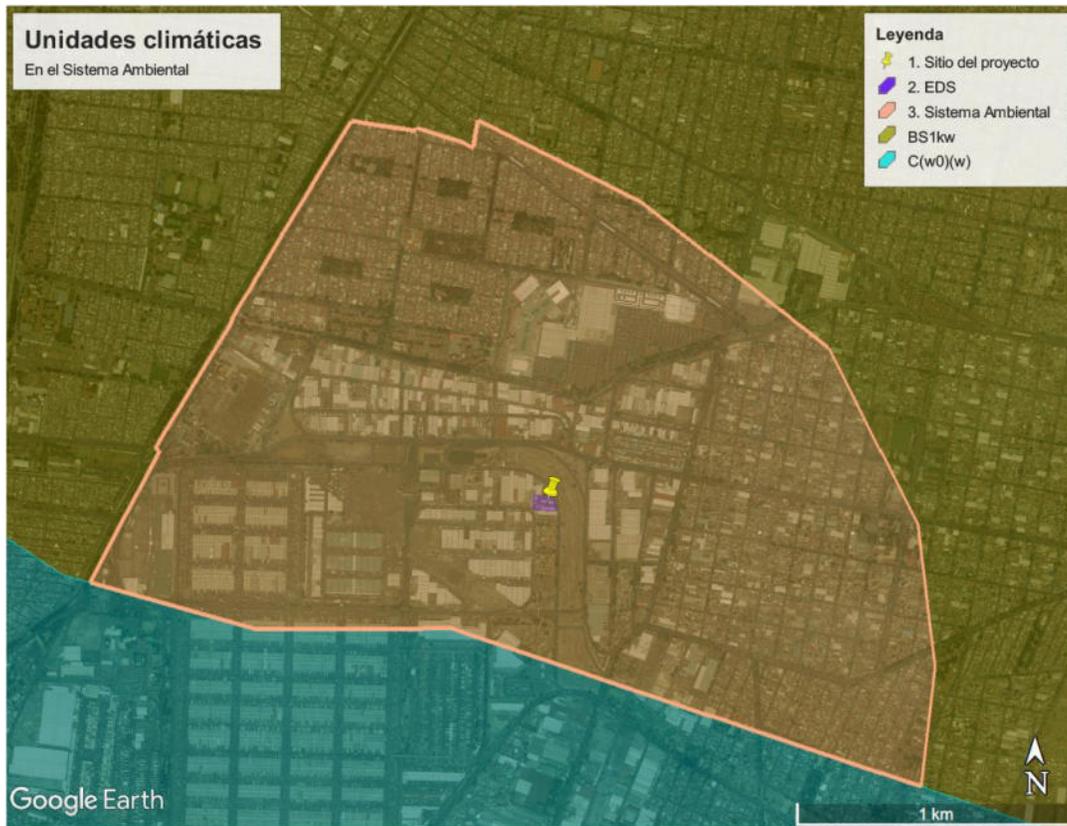


FIGURA 8. UNIDADES CLIMÁTICAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL.  
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

○ Suelo

El tipo de suelo encontrado en el Sistema Ambiental corresponde a Hh+Hg+Zm/2/n, el cual tiene las siguientes características (tabla 3):

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE SUELO.

Tipo suelo 1	Subtipo suelo 1	Tipo suelo 2	Subtipo suelo 2	Tipo suelo 3	Subtipo suelo 3	Clave	Clase textural	Clase física
Feozem	Háplico	Feozem	Gléyico	Solonchak	Mólico	Hh+Hg+Zm/2/n	Media	--

Fuente: INEGI.

Los tipos de suelo Feozem se forman sobre material no consolidado. Se encuentra en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. En México, se distribuyen en porciones del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental, la Península de Yucatán, Guanajuato y Querétaro, principalmente (SEMARNAT, 2019).

En la siguiente figura se observa la distribución de los tipos de suelo en el área del proyecto.



FIGURA 9. TIPO DE SUELO EN EL SISTEMA AMBIENTAL.  
 Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

○ Hidrología superficial y subterránea

El sitio donde se ubica la Estación forma parte de la Región Hidrológica 26 “Pánuco” (RH26) y la cuenca hidrológica “Río Moctezuma”. Esta cuenca se localiza al noreste del Estado de México, comprende el 35.45% de la superficie estatal. Al norte se extiende al interior de los estados de Querétaro de Arteaga e Hidalgo. El drenaje es de tipo dendrítico subparalelo, conformado por corrientes perennes y recolectores intermitentes de segundo y tercer orden.

Aproximadamente el 26% del agua almacenada en las obras hidráulicas que se ubican dentro de la cuenca del Río Moctezuma se destina principalmente al riego. La importancia de esta cuenca radica en que de ella depende la mayor parte de la industria del centro de la República Mexicana, así mismo ocupa el primer lugar en el Estado de México en cuanto al abastecimiento de agua potable a la zona conurbada de la Ciudad de México, que es la más poblada del país.

En la figura 10 se muestran las cuencas correspondientes a la Región Hidrológica 26, así mismo se señala la localización del proyecto en la cuenca R. Moctezuma. Ésta última tiene una superficie de 196.51 km<sup>2</sup> y está conformada por 26 subcuencas.

En la figura 11 se presentan todas las cuencas hidrológicas que forman parte de la Cuenca Río Moctezuma, se puede observar que el predio y el Sistema Ambiental se encuentran ubicados en la subcuenca “L. Texcoco y Zumpango”.

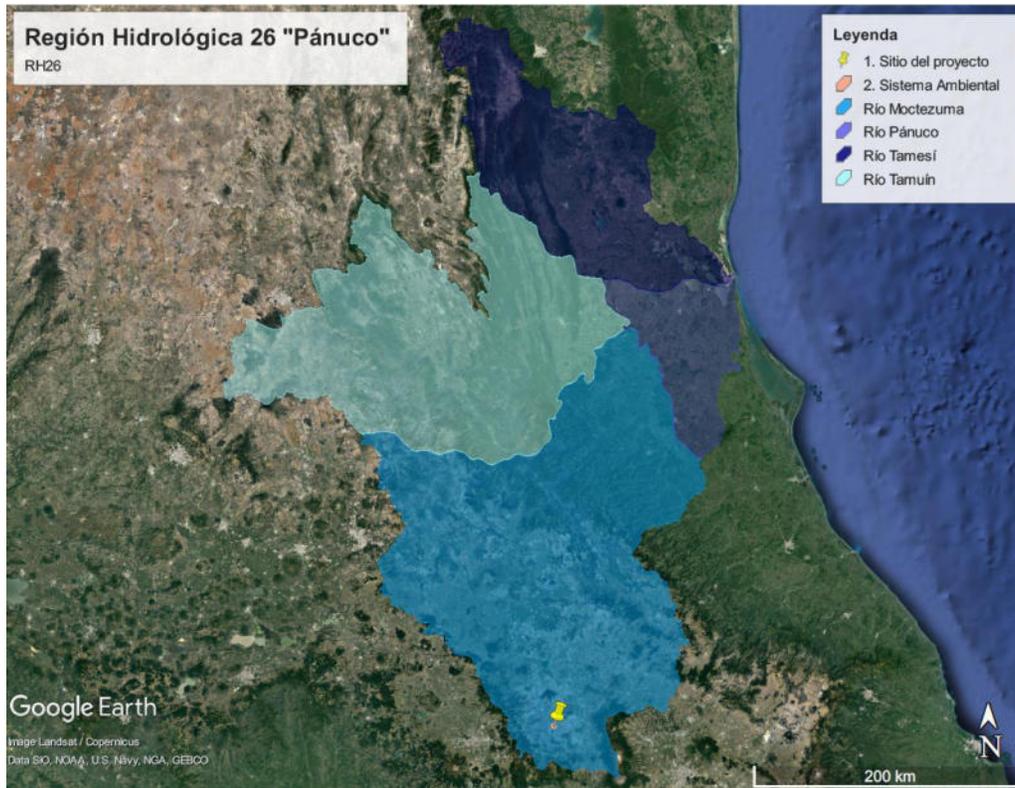


FIGURA 10. CUENCAS PERTENECIENTES A LA REGIÓN HIDROLÓGICA 26 "PÁNUCO".

Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

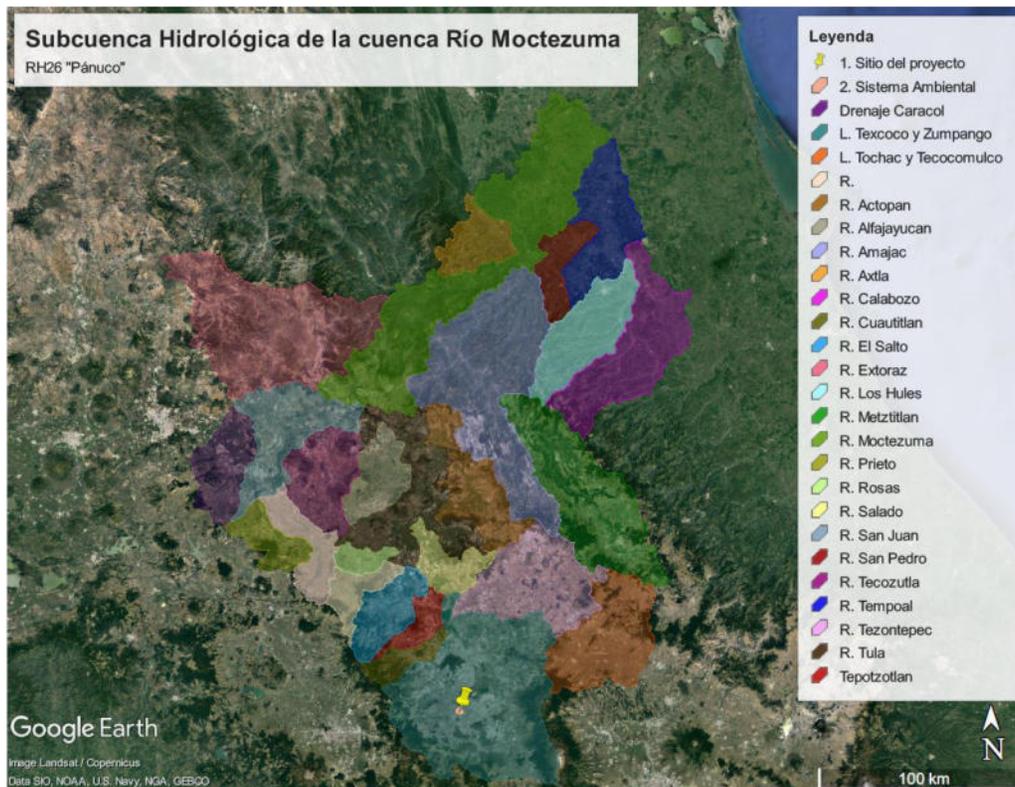


FIGURA 11. SUBCUENCAS PERTENECIENTES A LA CUENCA RÍO MOCTEZUMA.

Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

A diferencia de las cuencas hidrológicas, las cuales son el espacio formado por el escurrimiento de un conjunto de ríos, que se encuentra determinado por elevaciones no necesariamente de gran altitud, que forman parteaguas de éstos, una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorréico; una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

Al respecto, el Sistema Ambiental se ubica entre la cuenca hidrográfica “Cuenca de México”, con un tipo de drenaje categorizado como desordenado. Las redes de drenaje con patrón desordenado son sistemas no integrados, resultantes de formas del suelo relativamente jóvenes con topografía llana o suave y elevada capa freática. En las depresiones existen zonas pantanosas, lagunas; suelen presentarse en llanuras jóvenes, y en llanuras aluviales. Característico de regiones directamente afectadas por las glaciaciones, donde el drenaje pre-glacial fue borrado y el nuevo drenaje no ha tenido tiempo de desarrollar un grado de integración significativo. Muestra corrientes irregulares, cuyos cursos corren hacia y a partir de pantanos y presentan sólo escasos y cortos tributarios. Los interfluvios son pantanos y las corrientes son meros hilos de agua a través de áreas pantanosas. (CEOTMA. Centro de Estudios de Ordenamiento del Territorio y Medio Ambiente, 1981). En la siguiente figura se observa la cuenca hidrográfica sobre la que se sitúa el Sistema Ambiental.

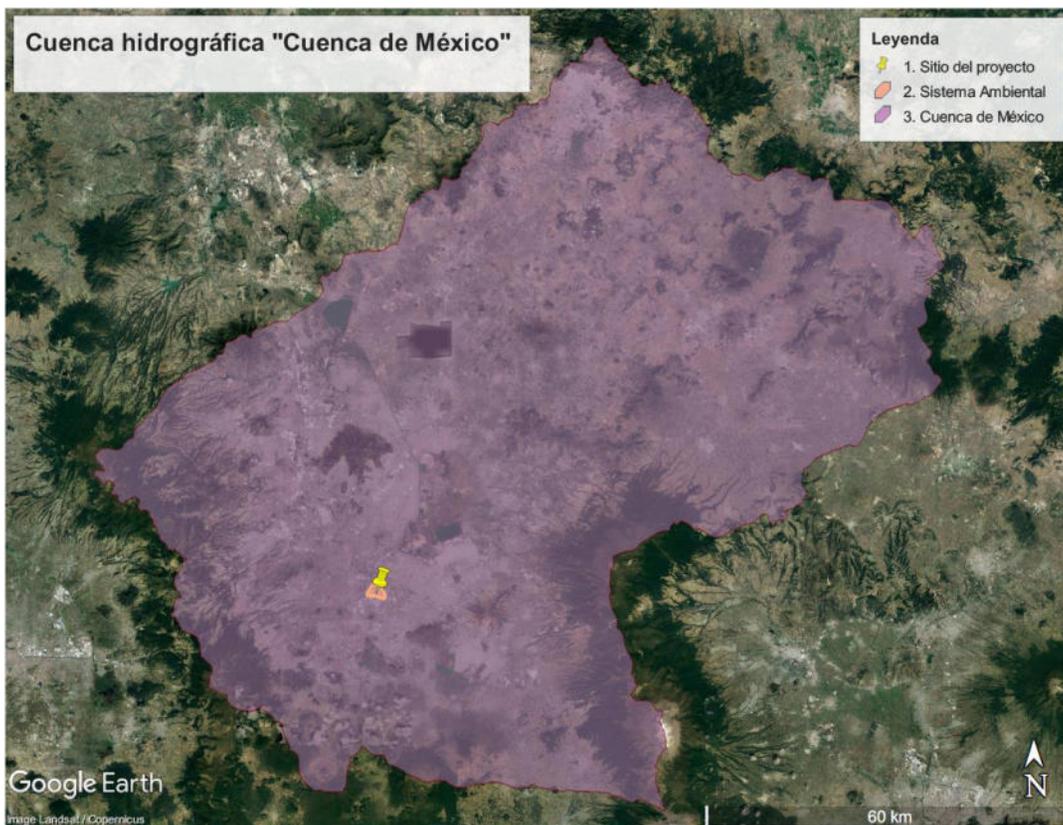


FIGURA 12. CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN LA QUE SE UBICA EL SISTEMA AMBIENTAL.

Fuente: Elaboración propia con información de CONABIO.

La cuenca hidrográfica es de tipo endorreica, es decir, que es un área de terreno en las que el agua que cae o corre por ese terreno no tienen salida hacia otra cuenca fluvial, ni hacia el mar, ni por infiltración hacia capas de aguas subterráneas; es una cuenca de drenaje cerrada que contiene

agua y no permite a otros cuerpos de agua, como los ríos o los océanos, convergen en lagos o pantanos, permanentes o estacionales, que se equilibran por evaporación.

Por otro lado, en la figura 13 se muestran las corrientes y cuerpos de agua en los alrededores del Sistema Ambiental. De acuerdo con la base de datos<sup>†</sup> proporcionada por el INEGI mediante su página web oficial, se identifica una corriente de agua de carácter intermitente a aproximadamente 2 Km de la ubicación de la Estación de Servicio, ésta corriente es la más cercana, sin embargo, como se observa en la figura 14, no se sitúa dentro de los límites del Sistema Ambiental, además, con base en las observaciones realizadas, se ha verificado que no existe actualmente el cauce de dicha corriente y en su lugar existen calles y camellones (expresiones de actividad antropogénica).

Es importante señalar que, por la naturaleza y ubicación del proyecto, estas corrientes no se ven afectadas ni se espera que lo sea. En cuanto a los cuerpos de agua, no se identifica ninguno dentro del SA. Todo esto se puede observar en las siguientes figuras.



FIGURA 13. CUERPOS Y CORRIENTES DE AGUA EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

De forma similar se consultó la información más reciente disponible en el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA)<sup>‡</sup>, se identifica la misma corriente al Oeste del proyecto, sin embargo, no se verá afectada por las actividades del proyecto. Esto se observa en la figura 14.

<sup>†</sup> Base de datos obtenida de <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/default.html#Descargas>, última edición a 2010.

<sup>‡</sup> Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA) a través de la página <https://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/>.

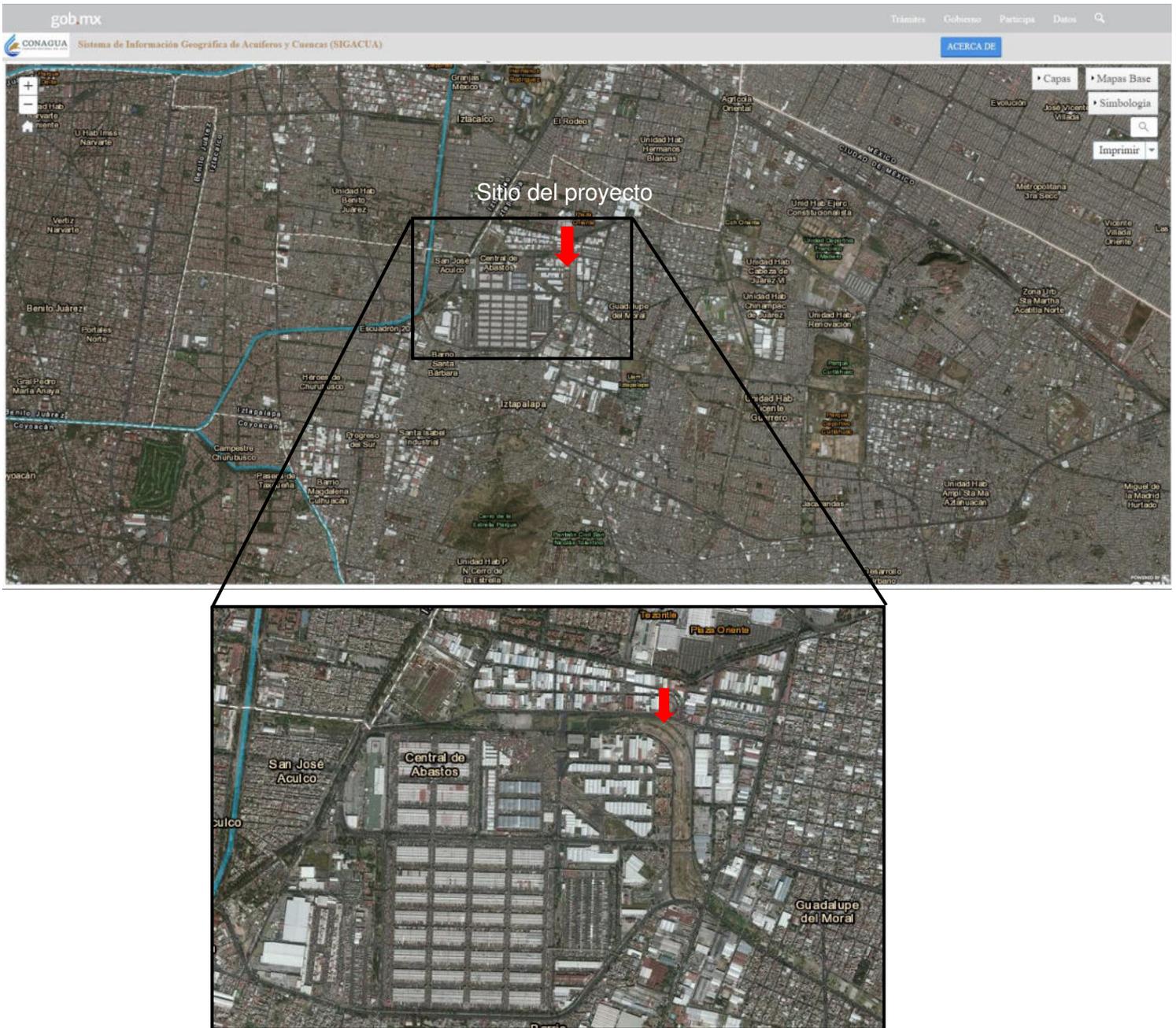


FIGURA 14. CORRIENTES DE AGUA EN LA ZONA DEL PROYECTO.

Fuente: CONAGUA.

Respecto al acuífero, el predio se encuentra situado dentro de los límites del acuífero “Zona metropolitana de la Cd. de México”, tal como se observa en la figura 15, mientras que en la tabla 4 se describen las características del mismo.

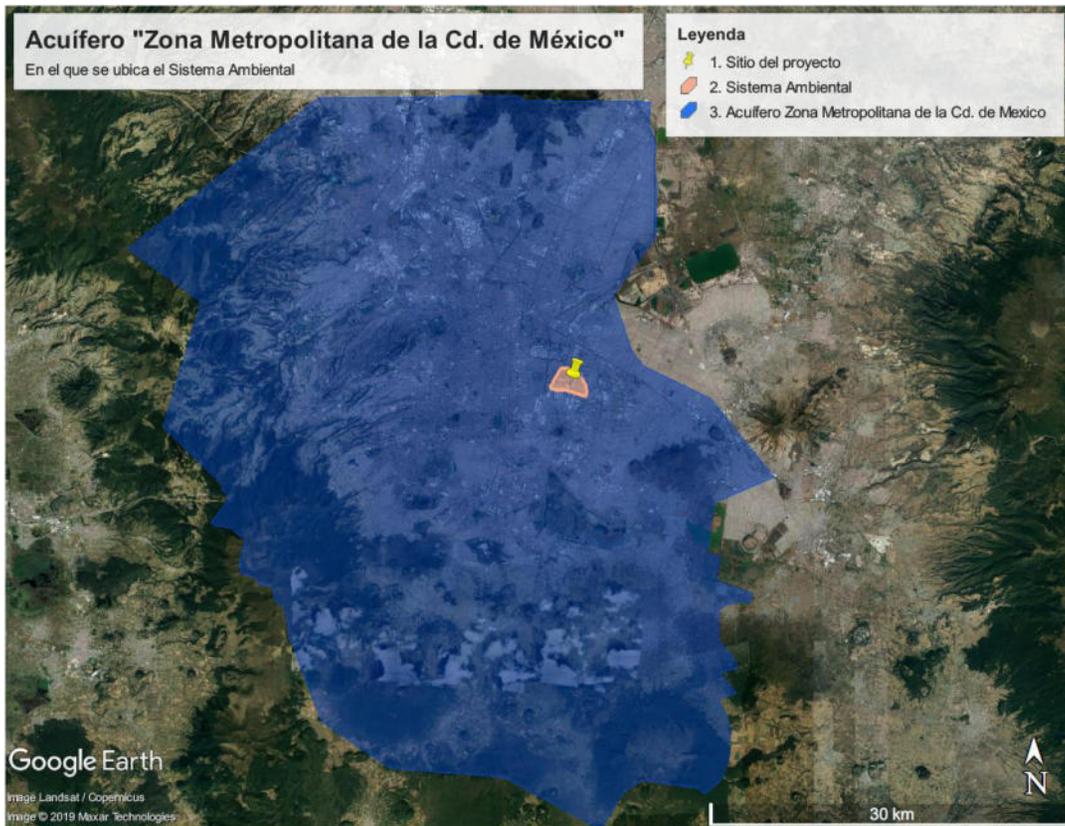


FIGURA 15. ACUÍFERO EN EL QUE SE UBICA EL SISTEMA AMBIENTAL.  
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DEL ACUÍFERO "ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MÉXICO".

<b>Entidades federativas:</b>	México-Distrito Federal
<b>Clave del acuífero:</b>	0901
<b>Recarga media anual<sup>§</sup> (Mm<sup>3</sup>) **</b>	512.8
<b>Descarga anual comprometida<sup>††</sup> (Mm<sup>3</sup>)</b>	0.0
<b>Volumen concesionado de agua subterránea (Mm<sup>3</sup>):</b>	1,103.984
<b>Disponibilidad media anual de aguas subterráneas en una unidad hidrogeológica:</b>	0.0
<b>Déficit:</b>	-591.184
<b>Zona de disponibilidad a 2015:</b>	1
<b>Descripción:</b>	Déficit

Fuente: CONAGUA.

El acuífero “Zona Metropolitana de la Cd. de México” se encuentra ubicada en el sur poniente de la Cuenca del Valle de México, ocupa el 17% de la superficie de la cuenca endorreica. La Ciudad de México y su área conurbada depende fundamentalmente para abastecimiento de agua potable del suministro del acuífero. De acuerdo con la información de CONAGUA, éste acuífero se ubica en la

§ Suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero; medido en millones de metros cúbicos por año.

\*\* Mm<sup>3</sup>: Millones de metros cúbicos anuales.

†† Volúmenes de aguas procedentes de manantiales o caudales base de los ríos alimentados por el acuífero, así como salidas subterráneas.

zona de disponibilidad 1, lo que significa que este acuífero tiene una capacidad “Deficiente” de abastecimiento, las 13 alcaldías que se encuentran incluidas dentro del acuífero se encuentran vedadas de manera total (CONAGUA, 2015).

Debido a que el acuífero presenta de manera irregular material arcilloso que le sirve como confinante o semiconfinante el acuífero se clasifica como semiconfinado. El contenedor impermeable del acuífero lo constituyen rocas volcánicas y calizas, en tanto que el paquete sedimentario da origen a un sistema acuífero complejo formado por tres grandes cuerpos: en la parte superior, un paquete arcilloso de alta porosidad, baja permeabilidad y gran heterogeneidad en su constitución, que forma un acuitardo de espesor variable y que actúa como semiconfinante en el centro de la cuenca.

En ninguna de las etapas del proyecto se tiene prevista la explotación del acuífero. De igual forma, al no encontrarse cuerpos o corrientes de agua dentro del SA y dadas las medidas de seguridad implementadas, la operación de la Estación de Servicio no modifica ni modificará la calidad del agua de alguna corriente o cuerpo de agua.

- *Aspectos bióticos*
  - Flora Estatal

La Ciudad de México reporta seis de los diez tipos de vegetación descritos por Rzedowski (1978) para México.

- **Bosque de abies u oyamel**, se localiza principalmente en la parte poniente de la ciudad, ocupa 11,000 ha y se encuentra entre los 2,500 y 3,200 msnm. Incluye especies como huejote (*Salix paradoxa*), palo amargo (*Garrya laurifolia*), sauco (*Sambucus nigra*) y tepozán (*Buddleja cordata*), entre otros. Ocupa superficies importantes de las delegaciones Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos, aunque también se le encuentra en menor proporción en la parte sur y sureste, en las delegaciones de Tlalpan y Milpa Alta.
- **Bosque mesófilo de montaña**, ocupa superficies muy pequeñas en cañadas de la delegación Magdalena Contreras y los Dinamos. Se ubica entre los 2,500 y 2,700 msnm y comparte elementos con el Bosque de encino. Las especies arbóreas características son el garrapato (*Symplocos citrea*), aceitunillo (*Ilex toluicana*), mamajuaxtle (*Clethra mexicana*), asisincle (*Cornus disciflora*), entre otras. En el estrato arbustivo se encuentran *Ageratina aschenborniana*, *Iresine ajuscana*, hierba del zopilote (*Cestrum anagyris*) y *Archibaccharis asperifolia*, entre otras.
- **Bosque de pino**, es el tipo de vegetación más extenso de la ciudad. Ocupa una superficie mayor de 24,000 ha y se ubica entre los 2,700 y 3,800 msnm en todo el sur de la entidad. Las especies que caracterizan a esta vegetación es el pino de montaña (*Pinus hartwegii*), así como huejote (*S. paradoxa*), enebro (*Juniperus monticola*) y aile (*Alnus jorullensis*). Se ubica en las delegaciones Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan y Milpa Alta.
- **Bosque de encino**, ocupa solamente 4,000 ha, entre los 2,300 y 3,000 msnm. Las principales especies que lo caracterizan son *Quercus rugosa*, *Q. laeta*, *Q. crassipes*, *Q. castanea* y, más escasamente, *Q. obtusata*, *Q. candicans*, *Q. crassifolia* y *Q. dysophylla*; además de pino (*Pinus leiophylla* y *P. hartwegii*), mamajuaxtle (*Clethra mexicana*), madroño (*Arbutus xalapensis*), palo amargo (*Garrya laurifolia*) y el capulín (*Prunus serotina*), entre otros. A los bosques remanentes se les puede localizar en las delegaciones Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta y Gustavo A. Madero.

- **Pastizal**, se localiza principalmente en las delegaciones Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan y Milpa Alta, en la región de Bosques y Cañadas. Ocupa una superficie aproximada de 1,600 ha y se ubica entre los 2,800 y 3,860 msnm. Esta vegetación se caracteriza por estar dominada por pastos y zacatones altos, como *M. macroura*, *Festuca toluensis*, *F. amplissima* y *Stipa ichu*, así como por herbáceas como cola de borrego (*Castilleja tenuiflora*), jarritos (*Penstemon gentianoides*), mirto (*Salvia lavanduloides*), cardo santo (*Eryngium proteiflorum*), flor de hielo (*Gentiana spathacea*), la orquídea (*Platanthera volcanica*) y el rabanillo (*Senecio toluccanus*), entre otras.
- **Matorral xerófilo**, agrupa comunidades vegetales en las partes secas de la entidad que ocupan una superficie de poco más de 4,000 ha entre los 2,300 y 3,000 msnm. Se ubica principalmente en la región de Bosques y Cañadas, Serranías de Xochimilco y Milpa Alta, Sierra de Guadalupe y Sierra de Catarina, Tlalpan y Coyoacán (Pedregal de San Ángel), Xochimilco y Milpa Alta. Algunas de las especies que la caracterizan son como el tepozán (*B. cordata*), chapulixtle (*Dodonaea viscosa*), pirul (*Schinus molle*), ortiga de tierra caliente (*Wigandia urens*), el zoapatle (*Montanoa tomentosa*) y la endémica palo loco (*Senecio praecox*).
- **Vegetación acuática y subacuática**, era muy característica del Valle de México debido a la extensión de la zona lacustre. Actualmente quedan remanente representativos en las delegaciones Xochimilco y Tláhuac que ocupan poco más de 1,000 ha al pie de las montañas del sur, a unos 2,250 msnm. Algunas de las especies características son los tulares de espadaña o tule (*Typha latifolia*) y de tule (*Schoenoplectus californicus*), aunque también es común la presencia de chilillo (*Persicaria amphibia*), ombligo de venus (*Hydrocotyle ranunculoides*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), berro (*Berula erecta*), ninfa (*Nymphaea mexicana*), orejilla (*Hydromystria laevigata*), *Myriophyllum aquaticum* y estrella de agua (*Jaegeria bellidiflora*), entre otras (CONABIO y SEDEMA, 2016).

- Flora Municipal

La Delegación Iztapalapa no cuenta con flora desarrollada actualmente, por ser esta delegación urbana casi en su totalidad, las únicas zonas donde se podría desarrollar algún tipo de flora es en la Sierra de Santa Catarina y El Cerro de la Estrella. La sierra presenta arboles de la variedad Pirul Común y maleza, en el Cerro de la Estrella la variedad es un poco mayor, ya que se han instrumentado programas de reforestación con Pinos, Eucaliptos y Pirules.

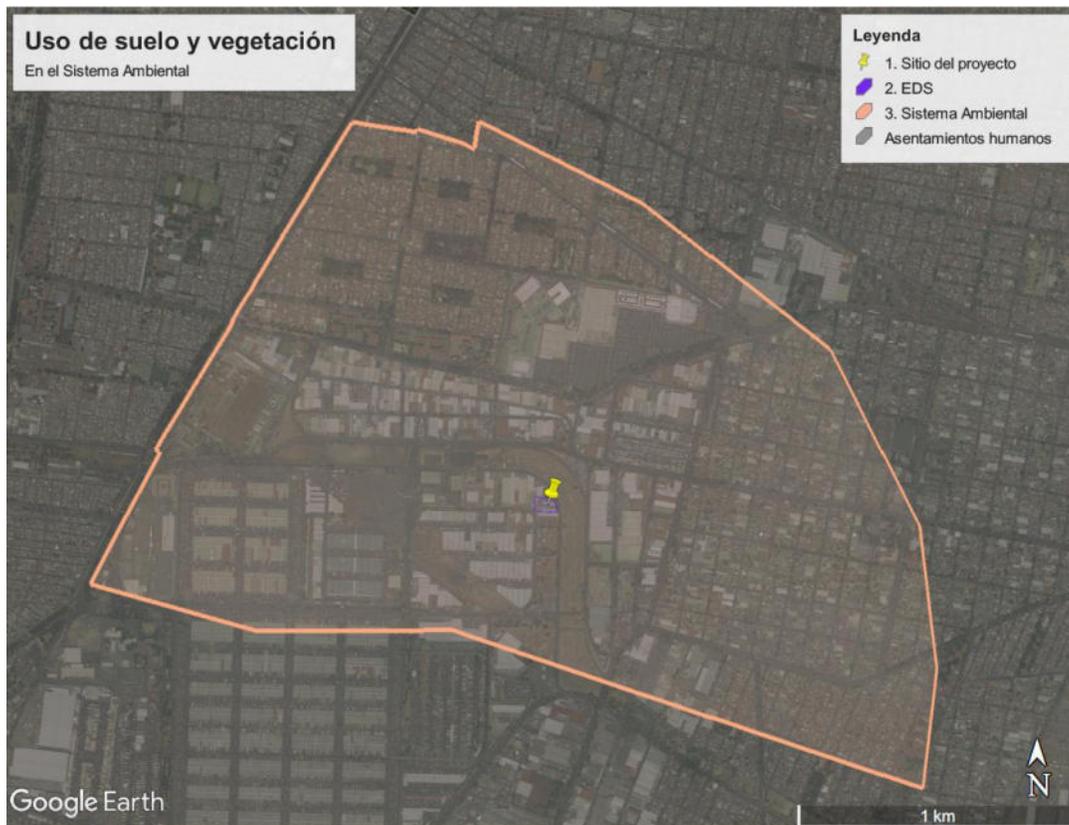


FIGURA 16. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.  
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

De acuerdo con la información analizada, de las diferentes fuentes descritas, se ha determinado que las especies que se pueden observar, cercanas al Sistema Ambiental, son las escritas en la siguiente tabla:

TABLA 5. ESPECIES DE FLORA.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus <sup>##</sup>
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	I
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Acahuale blanco	N
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda sudamericana	I
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla de campo	N
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina Australiana	I
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la india	I
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto australiano rojo	I
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	-
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto africano rosado	I
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i>	Acelguilla euroasiática	I
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán blanco	E
Tamaricaceae	<i>Tamarix aphylla</i>	Pino salado mediterráneo	I
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	I

<sup>##</sup> Estatus de distribución N: Nativo o E: endémico.



FIGURA 17. CASUARINA EQUISETIFOLIA Y FICUS BENJAMINA, RESPECTIVAMENTE.

Fuente: Naturalista.

○ Fauna Estatal

A pesar de que la Ciudad de México es la entidad federativa con menor extensión del país, exhibe una gran diversidad de animales vertebrados y presenta un importante número de especies endémicas que se distribuyen dentro de su territorio. De las 510 especies de vertebrados que habitan la entidad, 96 son endémicas de México, 28 de la Faja Volcánica Transmexicana, 11 a la cuenca de México y cuatro especies son exclusivas de la capital (tabla 6).

TABLA 6. VERTEBRADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Grupo	No. de especies	% del total en México	NOM-059
Peces	22	0.5	1
Anfibios	18	4.9	11
Reptiles	39	5.6	21
Aves	355	32.2	32
Mamíferos	83	15.8	9
Total	517	9.4	74

Fuente: (CONABIO y SEDEMA, 2016).

En la Ciudad de México se encuentran 18 especies de anfibios, pertenecientes a diez géneros y ocho familias, que conforman 5% de los anfibios del país, 18% de la Faja Volcánica Transmexicana y 81% del Valle de México. De las 18 especies registradas para la entidad, 15 son endémicas de México. Las salamandras *Pseudoeurycea altamontana*, *P. tlilicxitl* y el ajolote *Ambystoma altamirana* poseen una distribución que se restringe a la cuenca de México, en los estados de México, Morelos y en la capital del país; la rana *Litobathes tlaloci* y el ajolote *Ambystoma mexicanum* son exclusivos de la ciudad y del Estado de México, y la rana *Eleutherodactylus grandis* es endémica de la Ciudad de México, lo que significa que la zona es de gran importancia para los fenómenos de endemismo de este grupo en México.

En la entidad se encuentran 39 especies de reptiles, de las cuales 14 son lagartijas, 23 serpientes y dos tortugas. Estas especies se incluyen en 16 géneros y 10 familias que son 4.5% de los reptiles de México, 28% de la Faja Volcánica Transmexicana y 56% de la cuenca de México. La familia de lagartijas con mayor riqueza es Phrynosomatidae (26%) y para las serpientes es Colubridae (40%), mientras que los géneros más diversos son Sceloporus (23%), Crotalus (15%) y Thamnophis (15%). En la ciudad se presentan 32 especies endémicas de México (82%): 12 lagartijas, 18 serpientes y dos tortugas; así mismo, se registraron seis (43%) de las 14 especies endémicas a la Faja Volcánica Transmexicana.

En cuanto a aves, las familias representadas por un mayor número de especies son Parulidae (11.2%), Tyrannidae (8.4%), Emberizidae (6.4%), Anatidae (5.6%) y Scolopacidae (5.3%), mientras que el resto de las familias tienen una representación baja. En la ciudad de México, 271 especies (76.3%) conforman la avifauna, de las cuales 145 son las más abundantes y 126 se consideran raras. Además, se reconoce un grupo de 84 especies (23.6%) que cuentan con registros únicos o muy escasos, por lo que sus estatus de residencia son imprecisos.

Los grupos mejor representados en la entidad son los murciélagos (30 especies, 37%), roedores (29 especies, 35%) y carnívoros (11 especies, 13%). De las 525 especies de mamíferos mexicanos, 158 son endémicas (30%). Por su parte, la Ciudad se encuentra ubicada en una de las zonas con mayor concentración de endemismos y más diversas en mamíferos: la Faja Volcánica Transmexicana; lo que podemos constatar con la presencia de al menos 20 especies endémicas de México, sobresaliendo el conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) y los ratones de los volcanes (*Neotomodon alstoni* y *Reithrodontomys chrysopsis*). Asimismo, destaca que cinco de las siete especies de musarañas y dos de las cuatro especies de tuza registradas en la ciudad son endémicas del país.

○ Fauna Municipal

La fauna natural se ha extinguido o emigrado por el crecimiento del área urbana, subsistiendo de forma limitada algunas especies de aves, mamíferos y reptiles en la Sierra de Santa Catarina. En el área urbanizada se han generado plagas de roedores e insectos nocivos por la existencia de tiraderos de basura en espacios públicos y de canales abiertos que desalojan aguas residuales.

Al no existir estudios fiables, de los cuales obtener referencias de la fauna existente en la alcaldía Iztapalapa, se revisaron los listados faunísticos con la diversidad de especies de la Ciudad de México, se comparó la biodiversidad con los tipos de vegetación del municipio y el Sistema Ambiental, y de determinaron las especies con mayor probabilidad de ser observadas en la zona del proyecto (tabla 7).

TABLA 7. ESPECIES DE AVES.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus <sup>§§</sup>
<b>Reptiles</b>			
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	E
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa del mezquite	-
<b>Aves</b>			
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma asiática doméstica	I
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	N
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca de collar	I
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	N
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común	-
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	N
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	N
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	N
Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador viejita	-
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión europeo	I
Psittacidae	<i>Myiopsitta monachus</i>	Perico monje argentino	-
Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	N
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	N

§§ Estatus de distribución N: Nativo, E: endémico y Ex: exótica.



FIGURA 18. SCELOPORUS TORQUATUS Y S. GRAMMICUS.

Fuente: Naturalista.



FIGURA 19. CYNANTHUS LATIROSTRIS Y HAEMORHOUS MEXICANUS.

Fuente: Naturalista.

No se encontraron especies bajo alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

- Flora y fauna en el área de afectación

El sistema ambiental del proyecto corresponde a una superficie con uso de suelo y vegetación de Asentamientos humanos, por lo cual el área del proyecto se encuentra impactada, debido a esto, no se prevé que el desarrollo del proyecto tenga impactos directos sobre la flora y fauna de las zonas circundantes.

De igual forma, con base en las investigaciones realizadas, se identificó que podrían observarse algunas especies de flora y fauna en las zonas colindantes, éstas son en su mayoría introducidas e invasivas, características de zonas perturbadas, como las siguientes especies de flora: *Jacaranda mimosifolia*, *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Reseda luteola* y *Taraxacum officinale*. Las especies de fauna que se han adaptado a vivir en zonas urbanas son: *Columba livia*, *Streptopelia decaocto*, *Zenaida asiática*, *Zenaida macroura*, *Haemorhous mexicanus* y *Passer domesticus*.

Considerando que dentro del SA la totalidad del uso de suelo corresponde a asentamientos humanos, así como de la marcada actividad antropogénica que se desarrolla y la naturaleza propia del proyecto, no se considera que el mismo pueda afectar de forma significativa la flora y fauna del lugar.

### III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio); dirección del viento y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).

De acuerdo con la información disponible, se presenta para las siguientes estaciones climatológicas\*\*\* los valores promedio de temperatura, precipitación, número de días con lluvia y niebla para diferentes periodos de tiempo, éstas fueron seleccionadas por ser las más cercanas al sitio donde se encuentra la Estación de Servicio, situándose a 1.26 y 2.5 km de este.

En la figura 20 se observa la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas, climatológicas y EMA's más cercanas al sitio de la Estación de Servicio.

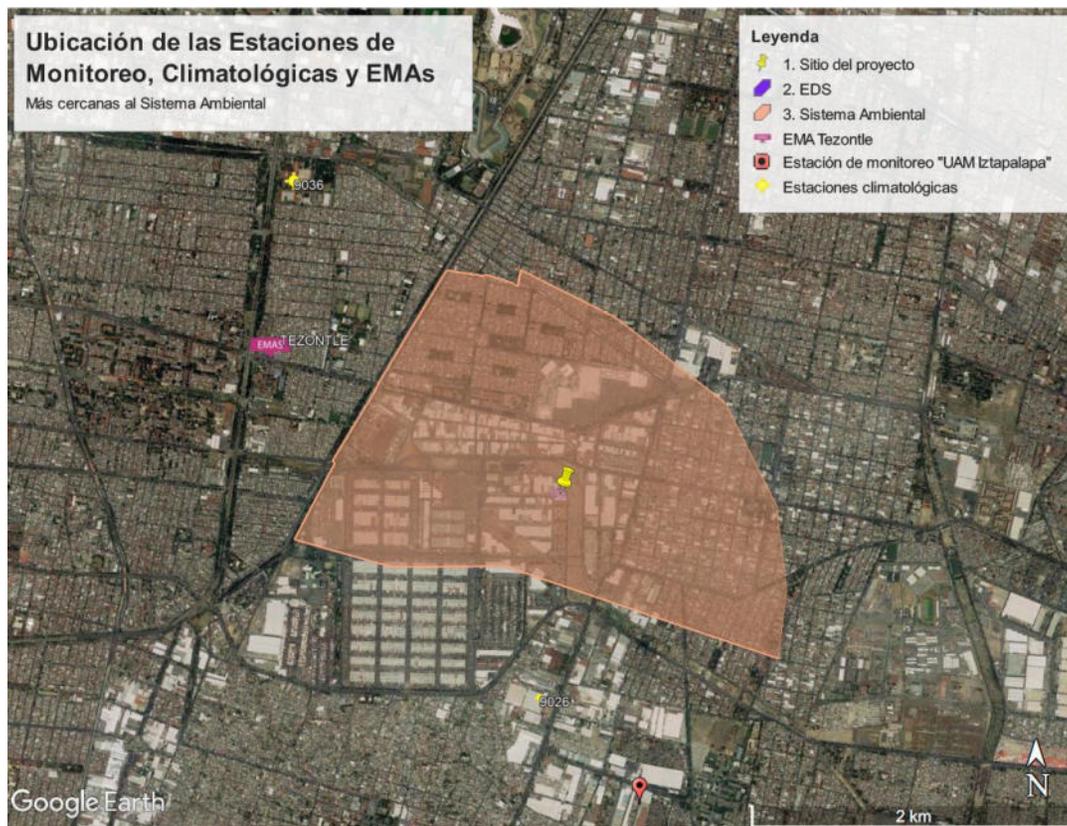


FIGURA 20. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS Y LA EMA.

\*\*\*\*\* Información obtenida directamente de la Comisión Nacional del Agua a través de su página electrónica <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=bc>.

TABLA 8. DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA CERCANA AL SITIO DEL PROYECTO.

ID	Nombre de la estación	Periodo	Latitud	Longitud	Altura	Distancia del proyecto
9026	Morelos 77	1981-2010	19°22'00" N	99°05'00" O	2,240 msnm	1.2 km
9036	Playa caleta 454 Colonia Marte	1981-2010	19°23'43" N	99°05'52" O	2,235 msnm	2.5 km

TABLA 9. VALORES PROMEDIO MEDIDOS EN LAS ESTACIONES 9026 Y 9036.

Concepto	ID	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal (°C)	9026	23.5	25.6	27.0	28.7	28.6	27.0	25.0	25.2	24.4	24.8	24.3	23.3	25.6
	9036	21.8	24.0	26.9	28.6	29.2	27.2	25.9	25.9	24.9	24.0	23.0	22.3	25.3
Temperatura media normal (°C)	9026	13.9	15.6	17.0	19.0	19.7	19.6	18.4	18.5	18.1	17.3	15.8	14.7	17.3
	9036	13.9	15.8	18.2	20.1	20.8	19.8	19.1	19.1	18.6	17.3	15.5	14.2	17.7
Temperatura mínima normal (°C)	9026	4.3	5.6	6.9	9.3	10.8	12.3	11.9	11.7	11.8	9.9	7.2	6.1	9.0
	9036	6.0	7.6	9.5	11.6	12.5	12.3	12.3	12.3	12.3	10.6	8.0	6.2	10.1
Precipitación normal (mm)	9026	6.7	7.8	6.8	20.9	45.9	118.6	121.1	100.5	92.2	48.5	26.3	12.9	608.2
	9036	8.5	6.4	8.3	24.4	50.9	129.1	164.9	144.2	127.2	56.3	12.4	2.9	735.5
Evaporación total	9026	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	9036	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Número de días con lluvia	9026	1.5	1.6	2.5	4.4	8.9	13.9	16.9	14.6	11.7	6.9	3.5	1.6	87.4
	9036	1.9	1.8	2.8	6.0	9.5	14.4	19.1	17.7	15.0	8.6	2.3	0.8	99.9
Número de días con niebla	9026	0.0	0.1	0.1	0.8	0.2	0.7	1.1	0.9	1.3	1.4	0.0	0.8	7.4
	9036	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	1.2
Número de días con granizo	9026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
	9036	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.6	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	1.7
Número de días con tormenta eléctrica	9026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	9036	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

Cerca del Sistema Ambiental se observan dos estaciones:

- Estación Meteorológica Automática (EMA) “Tezontle” la cual se ubica a una distancia de 2 km al noreste del sitio del proyecto (Coordenadas; Latitud 19°23'7.00" N y Longitud 99°5'59.00" O) es operada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Estación de Monitoreo “UAM Iztapalapa”, la cual se encuentra al suroeste del SA a 2 km (Coordenadas; Latitud 19°21'38.86" N y Longitud 99°4'25.97" O), los datos fueron descargados de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA).

La EMA mide la dirección de ráfaga y viento, humedad relativa, precipitación, radiación solar, temperatura del aire y presión atmosférica. En la siguiente tabla se muestran los valores máximos, promedio y mínimos medidos en la Estación Tezontle, para el periodo del 20 de junio al 18 de septiembre de 2019.

TABLA 10. VALORES PROMEDIO MEDIDOS EN LA ESTACIÓN "TEZONTLE" PARA EL PERIODO DE JUNIO A SEPTIEMBRE DE 2019.

Valores	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Radiación solar (W/m2)	Temperatura del aire (°C)	Presión atmosférica
Máximo	100	6.9	1304	28.6	784.6

Valores	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Radiación solar (W/m2)	Temperatura del aire (°C)	Presión atmosférica
Promedio	60.76	0.02	233.52	18.58	781.12
Mínimo	14	0.2	1	12.6	776.4

Fuente: CONAGUA.

Tras el análisis de esta información se observa que, para dicho periodo de tiempo, la dirección de la ráfaga de viento es predominante al Noreste con 19% de incidencia, seguido de la dirección Noroeste con 18%; respecto a la dirección del viento, ésta predomina en las mismas direcciones, Noreste y Noroeste, con 20%.

### Dirección de viento y ráfaga

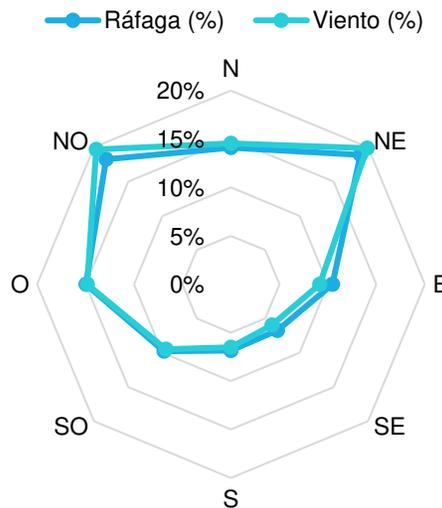
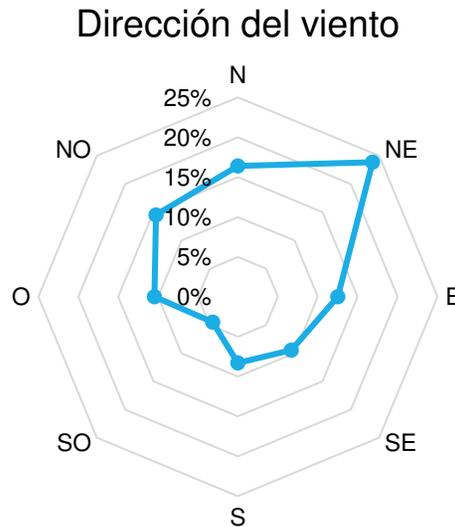


FIGURA 21. GRÁFICA DE DIRECCIÓN DE RÁFAGA Y VIENTO PROMEDIO EN LA EMA "TEZONTLE" PARA EL PERIODO DE JUNIO A SEPTIEMBRE DE 2019.

Por otra parte, la Estación de Monitoreo de la Calidad del Aire “UAM Iztapalapa” registra la dirección y velocidad del viento. Los resultados del análisis correspondiente se resumen en la figura 22. En el periodo de tiempo 20/Junio/19 -18/Septiembre/19, se registró una velocidad máxima de viento de 7.2 m/s, y una mínima de 0.3 m/s, respecto a la dirección del viento, existe una predominancia hacia el Noreste con 24% de incidencia.



**FIGURA 22. DIRECCIÓN DEL VIENTO (ESTACIÓN UAM IZTAPALAPA).**  
Fuente: SEDEMA

### III.3 Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.

El Sistema Ambiental caracterizado fue propuesto para los fines específicos del proyecto, por tanto, no existe un análisis demográfico que esté delimitado al área del SA, así que se han considerado los límites políticos de la alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México, que corresponde a la alcaldía donde se ubica la estación de servicio.

Toda la información que se presenta a continuación corresponde a diferentes publicaciones elaboradas por el INEGI y la CONAPO. Todas las referencias se encuentran disponibles a través de las páginas oficiales de ambas dependencias (<http://www.inegi.gob.mx> y <http://www.conapo.gob.mx> respectivamente).

En la siguiente figura se observa la ubicación del proyecto en el Sistema Ambiental, así como las comunidades urbanas de la zona; al respecto, no se identifican comunidades rurales dentro del área del mismo.

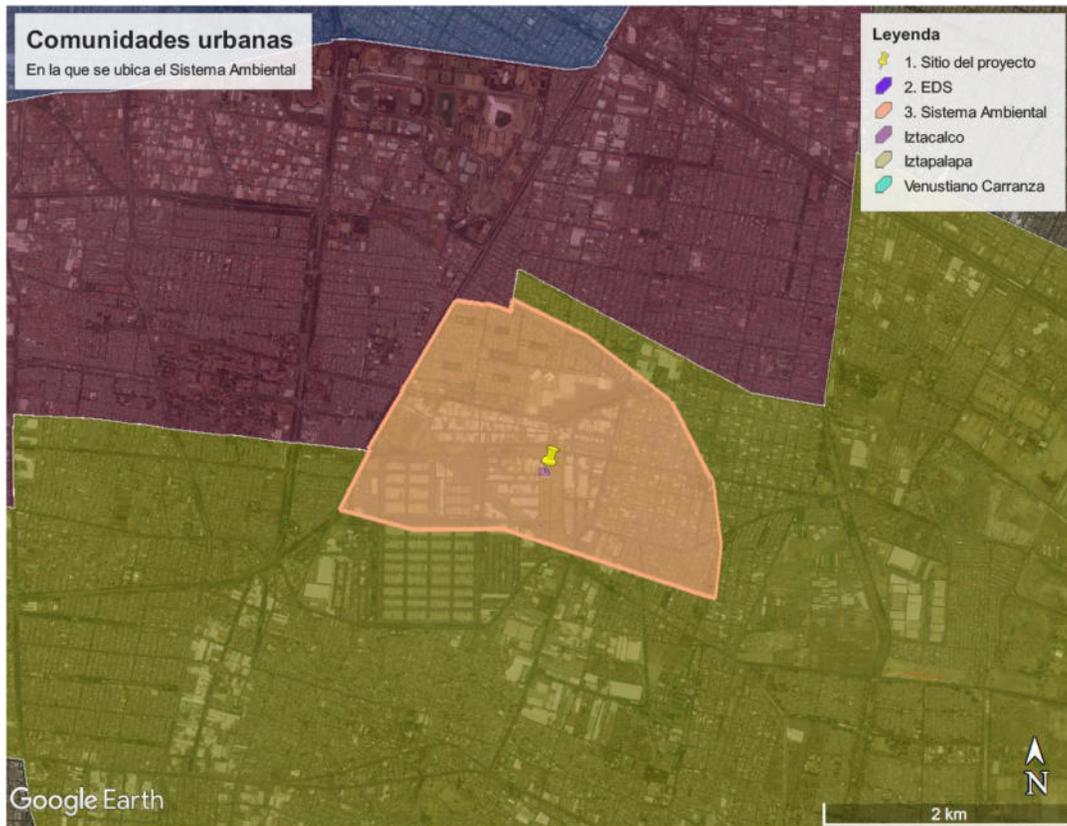


FIGURA 23. COMUNIDADES URBANAS.

Fuente: elaboración propia con información del INEGI.

En la tabla 11 se describen las comunidades identificadas dentro de la superficie delimitada para el Sistema Ambiental y las aledañas al mismo, estas comunidades tienen un grado de marginación de medio a alto en su mayoría.

TABLA 11. COMUNIDADES EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y ALREDEDORES.

Tipo de comunidad	Nombre del municipio	Clave del municipio	Distancia al sitio de Proyecto††† (Km)	Población total (2010)	Grado de marginación del municipio (2010)
Urbana	Iztapalapa	007	0	1,815,786	Muy bajo
	Iztacalco	006	1.33	384,326	Muy bajo
	Coyoacán	003	5.19	620,416	Muy bajo
	Benito Juárez	014	5.71	385,439	Muy bajo
	Venustiano Carranza	017	3.90	430,978	Muy bajo

Con base en lo anterior, se conoce que, a 2010, la población total de la alcaldía donde se ubica el Sistema Ambiental era de 1,815,786 personas†††, sin embargo, para ampliar la caracterización de la zona donde se realizó el proyecto y dada la información disponible, se presenta la información sociodemográfica y cultural ampliada a la alcaldía Iztapalapa.

††† La distancia fue medida desde el punto de ubicación del proyecto y hasta el punto más cercano a los límites de las comunidades (en línea recta).

†† Sin contar la población de la comunidad urbana, ya que no se encuentra dentro de los límites del Sistema Ambiental.

El número de habitantes que tiene una población determina si ésta es rural o urbana. De acuerdo con el INEGI, una población se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2,500 personas. Debido a la constante migración del campo a las ciudades, el número de habitantes de localidades urbanas ha ido en aumento, en contraste, el de las zonas rurales ha disminuido.

En la tabla 12 se pueden observar los porcentajes de población rural y urbana a lo largo de los años, también se puede ver que el porcentaje de la población rural tiende a disminuir con el paso de los años.

**TABLA 12. PORCENTAJE DE POBLACIÓN RURAL Y URBANA EN LA ALCALDÍA IZTAPALAPA.**

Año	Personas por tipo de población		Porcentaje por tipo de población (%)	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural
1970	33,647	488,448	6.44%	93.56%
1980	1,262,354	0	100%	0%
1990	1,490,499	0	100%	0%
1995	1,696,609	0	100%	0%
2000	1,773,343	0	100%	0%
2005	1,820,888	0	100%	0%
2010	1,815,786	0	100%	0%

A continuación, en la tabla 13 se muestran los datos de crecimiento poblacional en el municipio, divididos por género. Los datos de los años 1970 a 2015 fueron obtenidos de la serie histórica censal e intercensal del INEGI y de los años 2020 a 2030 de la proyección de crecimiento de la población de la CONAPO.

**TABLA 13. CRECIMIENTO POBLACIONAL DE 1970 A 2030.**

Año	Género		Población total
	Hombres	Mujeres	
1970	259,822	262,273	522,095
1980	622,628	639,726	1,262,354
1990	730,466	760,033	1,490,499
1995	832,343	864,266	1,696,609
2000	864,239	909,104	1,773,343
2005	885,049	935,839	1,820,888
2010	880,998	934,788	1,815,786
2015	878,365	949,503	1,827,868
2020	881,091	934,460	1,815,551
2025	858,166	912,192	1,770,358
2030	836,196	887,511	1,723,707

Fuente: INEGI y CONAPO.

Del año 1970 a 2015, la población ha aumentado 350.1% en Iztapalapa, así mismo, conforme a las proyecciones de la CONAPO se espera que la población aumente al 2030 un 94.3% con respecto al 2015. Dichos resultados se pueden observar gráficamente en la figura 24.

### Crecimiento poblacional Iztapalapa

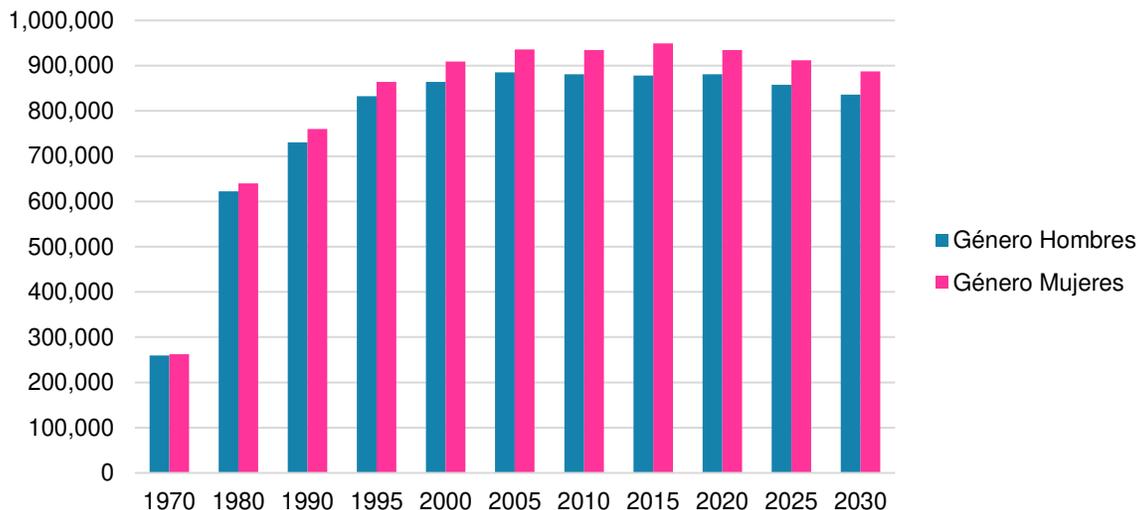


FIGURA 24. CRECIMIENTO POBLACIONAL DE IZTAPALAPA, CDMX, DE 1970 A 2030.

Así mismo, en la siguiente tabla se muestra la distribución de la población total (los resultados incluyen a hombres y mujeres) por edades en la alcaldía Iztapalapa. En todos los años la población que predomina es la de 15 a 64 años, mientras que entre los habitantes con menor proporción se encuentran los adultos mayores de 65 años.

TABLA 14. POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD.

Grupos de edad	Número de habitantes						
	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
De 0 a 14 años	243,170	537,780	516,413	533,067	524,606	483,821	451,529
De 15 a 64 años	265,299	692,530	924,926	1,103,929	1,160,516	1,214,862	1,234,119
Mayores de 65 años	13,626	31,250	46,110	56,182	69,871	90,738	108,765
No especificado	0	794	3,050	3,431	18,350	31,467	21,373

Fuente: INEGI.

Respecto a la tasa de natalidad y mortalidad, de acuerdo con los datos del INEGI, se tienen los resultados en la tabla 15, estos valores representan el total de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más, así como el total y porcentaje de hijos fallecidos.

Se observa que los hijos nacidos del 2000 a 2010 disminuyeron 3,510, mientras que el porcentaje de hijos fallecidos disminuyó 1.57%.

TABLA 15. MORTALIDAD EN LA POBLACIÓN DE IZTAPALAPA, CDMX.

Año	Total de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más	Hijos fallecidos	
		Total	Porcentaje
2000	1,466,289	118,479	8.08%
2010	1,462,779	95,206	6.51%

Fuente: INEGI.

El crecimiento demográfico de la Alcaldía representa una muy alta proporción del incremento total de la población de la CDMX. La población inmigrante se ha asentado en su mayoría al sur oriente de la alcaldía, es decir, en las faldas de la Sierra de Santa Catarina, ocupando terrenos sin vocación

para usos urbanos. La mayoría de la gente se concentra en la demarcación y el desplazamiento de ella a otra entidad de la República, a los Estados Unidos u otro país, es mínimo.

De acuerdo con esto, y en cuestión de procesos sociales de tipo migratorio, el rango de población a considerar es el ubicado entre los 5 años y los mayores de esta edad. Y del 1 millón 630 mil 204 habitantes que cumplen con este requisito, 97% residen en la Delegación, casi el 2% han emigrado a otra entidad de la República Mexicana, apenas un 0.1% a los Estados Unidos y una cifra insignificante (0.03%) lo ha hecho a otro país (Gobierno de la República, 2019).

En cuanto a la Población Económicamente Activa (PEA), la tabla 16 muestra la distribución de la población según la condición de actividad económica, los valores presentados corresponden al total de la población, es decir, hombres y mujeres. De igual forma se observa que tanto la población económicamente activa como inactiva ha aumentado de 1990 a 2010.

**TABLA 16. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (1990-2015) EN LA ALCALDÍA IZTAPALAPA.**

Año	Población económicamente activa			Población económicamente inactiva	No especificado
	Total	Ocupada	Desocupada		
1990	499,166	485,558	13,608	558,112	20,052
2000	716,950	705,741	11,209	609,972	4,830
2010	792,297	752,268	40,029	626,317	14,979
2015	825,520	786,218	39,302	674,475	2,802

Fuente: INEGI.

Por otro lado, la tasa de participación económica es el porcentaje de personas económicamente activas que se encuentran trabajando, o que no trabajan, pero están en busca de trabajo. Al respecto, de acuerdo con los datos proporcionados por el INEGI se tienen los siguientes resultados.

**TABLA 17. TASA DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA EN IZTAPALAPA.**

Año	Tasas específicas de participación económica (%)		
	Total	Hombres	Mujeres
1990	46.33	67.72	26.31
2000	53.84	72.94	36.18
2010	55.27	71.52	40.32

Fuente: INEGI.

Tal como se muestran, la tasa de participación ha aumentado en todos los años, siendo los hombres quienes representan mayormente este indicador, en el año 2010 los hombres superaron su participación respecto a las mujeres en un 31.20%.

La división ocupacional del municipio se divide principalmente en 4 grupos, al respecto, la población del municipio se dedica principalmente al comercio, esto se observa en la siguiente tabla.

**TABLA 18. DIVISIÓN OCUPACIONAL EN LA ALCALDÍA IZTAPALAPA.**

División ocupacional	2010	2015
Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos	34.94	34.80
Trabajos agropecuarios	0.08	0.10
Trabajadores de la industria	20.39	18.50
Comerciantes y trabajadores en servicios diversos	43.86	45.30
No especificado	0.74	1.31

Fuente: INEGI.

Así mismo, de acuerdo con los datos más actuales obtenidos en la Encuesta Intercensal del INEGI en 2015, existe predominancia en el sector de los Servicios, seguido del sector Comercio, el secundario y finalmente el Primario. Son los hombres quienes representan mayormente a la población ocupada con 474,888 individuos en 2015 contra 311,330 mujeres en el mismo año.

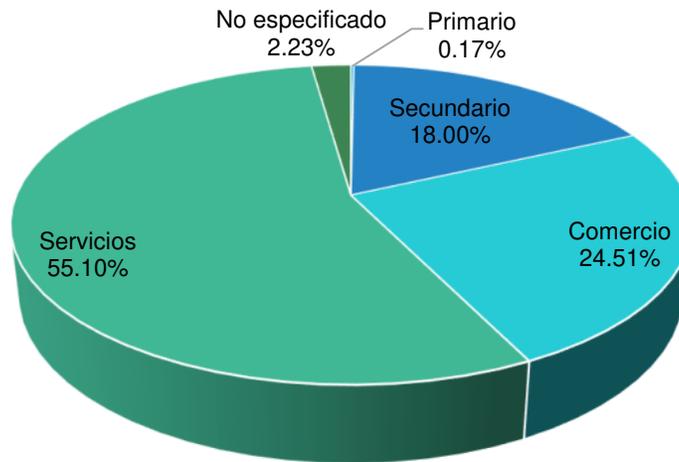
Esta información se muestra en la tabla 19, de igual forma en la figura 25 se observan gráficamente estos resultados (los datos de la gráfica corresponden a la población total, es decir, a la suma de hombres y mujeres).

**TABLA 19. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN OCUPADA SEGÚN EL SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA, 2015.**

Sexo	Población ocupada	Sector de actividad económica (%)				
		Primario§§§	Secundario****	Comercio	Servicios††††	No especificado
Total	786,218	0.17	18.00	24.51	55.10	2.23
Hombres	474,888	0.24	22.11	24.09	51.51	2.05
Mujeres	311,330	0.07	11.72	25.15	60.57	2.49

Fuente: INEGI.

**Distribución por sector de actividad, Iztapalapa**



**FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN OCUPADA SEGÚN EL SECTOR ECONÓMICO, IZTAPALAPA.**

Con base en los resultados de la encuesta intercensal 2015, se presentan los siguientes indicadores económicos.

**TABLA 20. CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA, IZTAPALAPA 2015.**

Sexo	Población de 12 años y más	Población económicamente activa			Población no económicamente activa (%)	No especificado (%)
		Total (%)	Ocupada (%)	Desocupada (%)		
Total	383,085	1,502,797	54.93	95.24	4.76	44.88

§§§ Comprende agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza.

\*\*\*\* Incluye minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.

†††† Comprende transporte, gobierno y otros servicios.

Sexo	Población de 12 años y más	Población económicamente activa			Población no económicamente activa (%)	No especificado (%)
		Total (%)	Ocupada (%)	Desocupada (%)		
Hombres	190,225	709,138	70.58	94.88	5.12	29.25
Mujeres	192,860	793,659	40.95	95.79	4.21	58.85

Fuente: INEGI.

La población económicamente activa que mayor porcentaje obtuvo fueron los hombres con el 70.58%, representado por 709,138 individuos. Aunque hay mayor proporción de mujeres ocupadas que hombres, la población no económicamente activa está mayormente representada por las mujeres, superando a los hombres un 29.60%.

Otro indicador es la distribución de la población según su posición en el trabajo. Los resultados mostrados a continuación corresponden también a la Encuesta Intercensal del INEGI en 2015. Los trabajadores asalariados hacen referencia a empleados, obreros, jornaleros peones o ayudantes con pago, mientras que los trabajadores no asalariados son empleadores, trabajadores por cuenta propia y trabajadores sin pago.

Se observa que es mucho mayor la población que tiene un estatus de trabajador asalariado contra la proporción situada como trabajadores no asalariados (tabla 21).

TABLA 21. DISTRIBUCIÓN SEGÚN POSICIÓN EN EL TRABAJO, IZTAPALAPA 2015.

Sexo	Población ocupada	Posición en el trabajo		
		Trabajadores asalariados (%)	Trabajadores no asalariados (%)	No especificado
Total	786,218	68.02	30.24	1.74
Hombres	474,888	67.27	31.21	1.53
Mujeres	311,330	69.17	28.76	2.08

Fuente: INEGI.

En la misma encuesta intercensal se señala que la población que realiza trabajos no remunerados realiza actividades tales como atender a personas con discapacidad, atender a personas enfermas, atender a personas sanas menores de 6 años y de 6 a 14 años, atención a personas de 60 o más años, preparar o servir alimentos para la familia, limpiar la casa, lavar o planchar ropa para la familia y hacer las compras para la comida o limpieza.

Adicionalmente para poder evaluar mejor los factores socioeconómicos, es necesario considerar varios aspectos, tales como indicadores sociodemográficos, de medición multidimensional de la pobreza y de rezago social. A continuación, se presentan estos indicadores, los cuales fueron obtenidos del Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social presentada por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

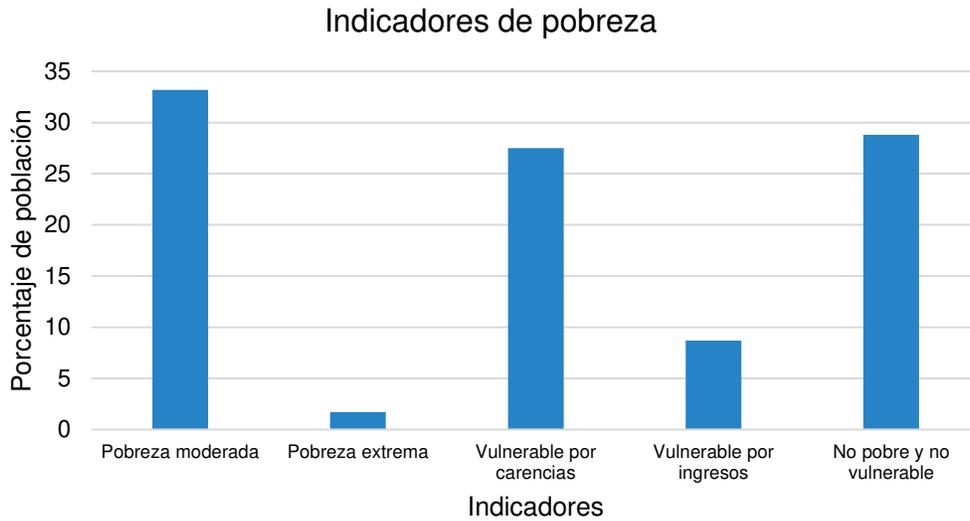


FIGURA 26. INDICADORES DE POBREZA, IZTAPALAPA 2019.

Con base en lo observado en la figura 26, la pobreza “moderada” ocupa el primer lugar como indicador de pobreza en la población de Iztapalapa; en las siguientes figuras se detallan estas carencias.

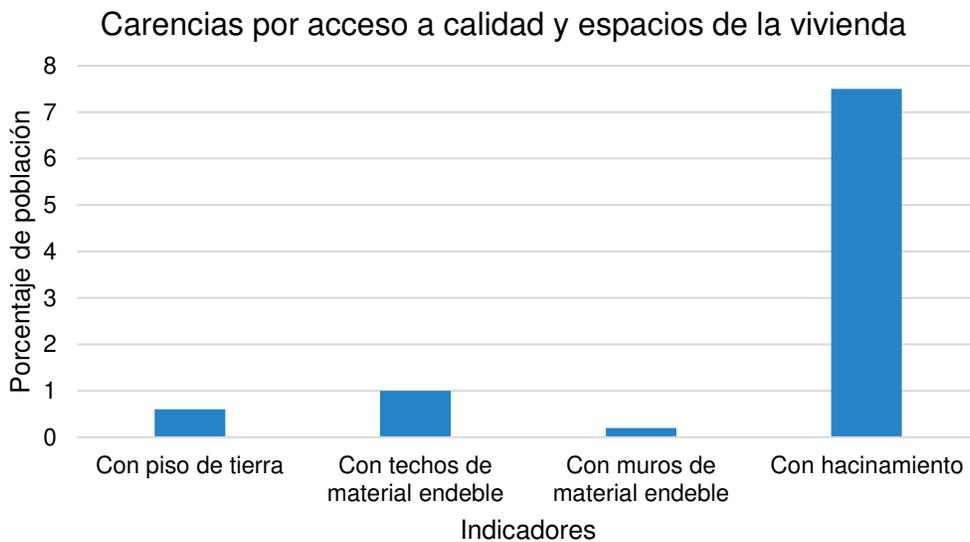


FIGURA 27. CARENIA POR ACCESO A CALIDAD Y ESPACIOS EN LA VIVIENDA, IZTAPALAPA 2019.

Con base en esta información, la mayor carencia por acceso a calidad y espacios de la vivienda es la población que vive con hacinamiento.

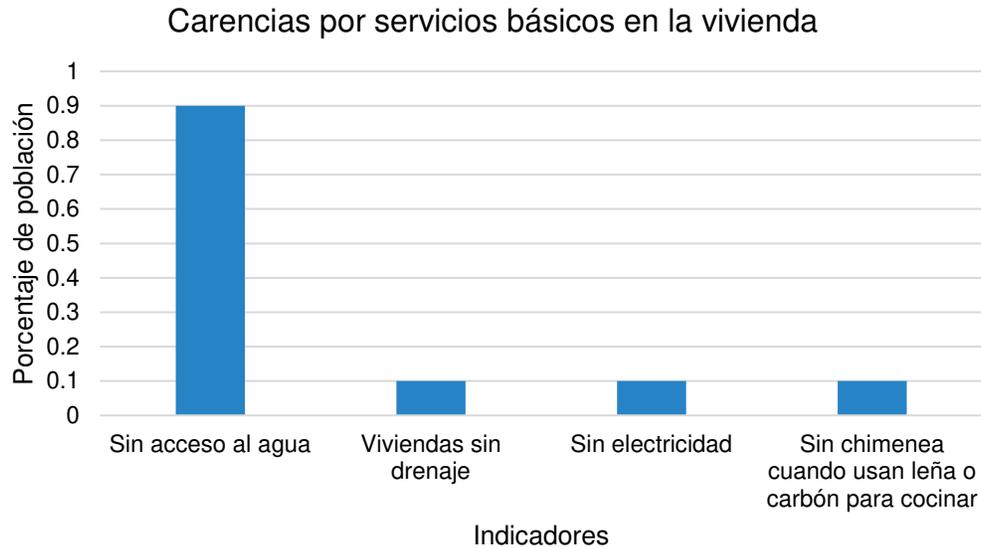


FIGURA 28. CARENCIA POR ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS EN LA VIVIENDA.

En la siguiente figura se muestra un comparativo de indicadores de carencias sociales a nivel municipal (Iztapalapa) y estatal (Ciudad de México). Se observa que el acceso a la seguridad social es la mayor de las carencias, tanto a nivel municipal como estatal, seguido del acceso a los servicios de salud.

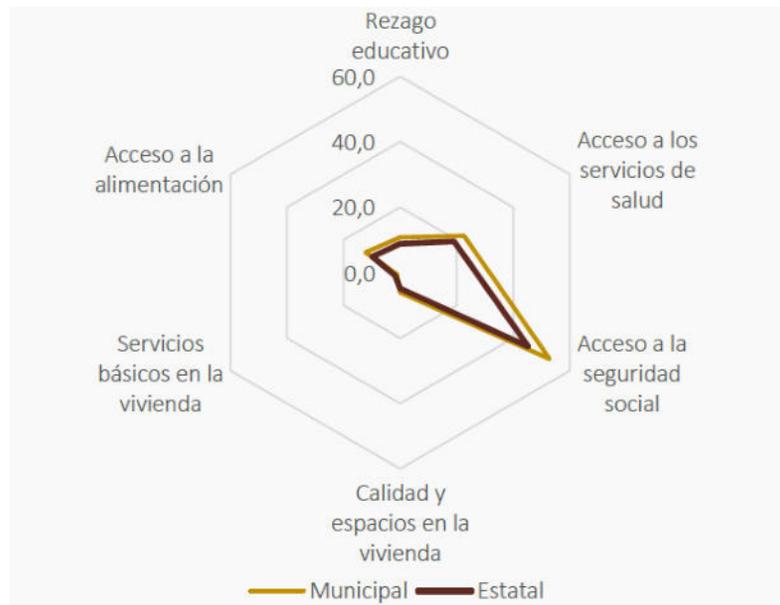


FIGURA 29. INDICADORES DE CARENCIAS SOCIALES, 2019.

Fuente: INEGI.

### III.4 Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros, entorno a la instalación.

Como ya se ha mencionado en puntos anteriores, de forma cercana, alrededor de la estación de servicio se localiza mayormente zonas comerciales, desde bodegas, hasta pequeños locales.

En dicha zona existen locales de una variedad de venta de productos bastante extenso, comúnmente los de consumo y uso humano, como abarrotes, alimentos, vestimenta, accesorios del hogar, etc.

En la siguiente figura 30 se muestra un plano, en el cual se reflejan las principales actividades de la zona comercial que rodea la estación.



FIGURA 30. PLANO DE LA ZONA COMERCIAL QUE RODEA LA ESTACIÓN DE SERVICIO

**Factores socioculturales**

El término sociocultural se refiere a cualquier proceso o fenómeno relacionado con los aspectos sociales y culturales de una comunidad o sociedad. Igualmente, remite a todas aquellas expresiones culturales que tienen una fuerte raigambre en una sociedad determinada. De tal modo, un ejemplo sociocultural tendrá que ver exclusivamente con las relaciones humanas que puedan servir tanto para organizar la vida comunitaria como para darle significado a la misma.

La alcaldía Iztapalapa cuenta con diferentes atractivos culturales y turísticos;

*Centros turísticos:* En Cerro de la estrella, se localiza al sureste de la CDMX, esta área verde cuenta con 143 hectáreas y tiene una altura de 224 metros. En el exconvento de Culhuacán se pueden observar pinturas originales de la época y restos originales del recinto.

*Monumentos históricos:*

- Templo de San Matías - Museo de sitio
- Convento de san Matías - Oficinas del museo
- Molino de papel – Ruina
- Cruz de barrio
- Templo de Santiago Acahualtepec
- Templo de San Lorenzo Tezonco
- Templo de Santa Marta Acatitla

- Templo de San Andrés Apóstol Tetepilco
- Templo de San Marcos Mexicaltzingo
- Hacienda de San Nicolás Tolentino
- Pirámide del Fuego Nuevo
- Las cruces de Barrio
- Santuario de la cuevita siglo XVIII

### *Museos:*

- Museo de las culturas - Pasión por Iztapalapa
- Museo del fuego nuevo - Cerro de la estrella
- Museo cabeza de Juárez - Guelatao
- Museo Ex convento de Culhuacán

*Patrimonio cultural:* La Representación de Semana Santa en los barrios de Iztapalapa es muy tradicional y se busca preservarla.

*Patrimonio natural:* El Parque Nacional Cerro de la Estrella, ubicado sobre una formación volcánica, cuenta con una superficie de mil 100 hectáreas y es un sitio de gran importancia histórica y arqueológica.

*Fiestas, danzas y tradiciones:* Se festejan algunos carnavales a principios del mes de marzo en la zona oriente de Iztapalapa, la Semana santa y Pasión de Cristo (INAFED, 2019).

### III.5 Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de las actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

El proyecto se ubica en la alcaldía Iztapalapa, en la Ciudad de México. La Ciudad de México tiene un Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF) el cual divide a la entidad en zonas y establece que su ámbito de aplicación corresponde al suelo de Conservación, por tanto, el área específica donde se ubica el proyecto no se encuentra dentro de alguna zona considerada en el PGOEDF; debido a esto y a la superficie total estimada del proyecto, se consideró pertinente delimitar el Sistema Ambiental con base en factores como caminos ya establecidos, tipo de suelo y clima y límites políticos de la alcaldía Iztapalapa.

Así, el Sistema Ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica denominada “Lagos y Volcanes de Anáhuac”, la cual forma parte de la provincia fisiográfica “Eje Neovolcánico”. Las características geomorfológicas de la zona corresponden a llanura. Dentro de los límites del SA no se identifica algún tipo de roca, únicamente se encuentra la entidad “suelo”, es decir, que no se ha consolidado en roca; el tipo de suelo corresponde a Feozem háplico.

El clima de la zona está identificado como “Semiseco Templado”. Respecto a la hidrología, el SA forma parte de la Región Hidrológica 26 “Pánuco”, ubicado en la cuenca hidrológica “Río Moctezuma” y la subcuenca “L. Texcoco y Zumpango”.

De acuerdo con la información obtenida de la revisión bibliográfica de la flora y fauna presentes en el SA, no se encontró la presencia de ninguna especie de las identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del área de afectación del proyecto ni la superficie del Sistema Ambiental. Considerando que dentro del SA la totalidad del uso de suelo corresponde a Asentamientos humanos y debido a la marcada actividad antropogénica que se desarrolla y la naturaleza propia

del proyecto, no se considera que el mismo pueda afectar de forma significativa la flora y fauna del lugar.

En conclusión, a este punto, sabiendo que:

- El proyecto no se contrapone con las disposiciones legales aplicables,
- Las actividades por realizar no representan una afectación significativa<sup>###</sup> de los recursos de la zona ni de alguna especie de flora o fauna con algún nivel de protección<sup>####</sup>,
- La ejecución del proyecto ha beneficiado económicamente a la zona derivado de las actividades de generación de empleos y prestación de servicios,

*No se considera que el proyecto pueda poner en riesgo el equilibrio del Sistema Ambiental en el que está construido.*

### III.6 El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:

- (X) Terremotos (sismicidad)
- ( ) Corrimientos de tierra
- ( ) Derrumbamientos o hundimientos
- (X) Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)
- (X) Inundaciones (historial de 10 años)
- ( ) Pérdidas de suelo debido a la erosión
- ( ) Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión
- ( ) Riesgos radiológicos
- ( ) Huracanes

#### Los casos contestados afirmativamente, describirlos a detalle.

En el Atlas Nacional de Riesgos se señalan los Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad de diversos fenómenos climatológicos, al respecto, para la alcaldía Iztapalapa se identificó lo siguiente (tabla 22) (CENAPRED, 2019):

**TABLA 22. RIESGO DE OCURRENCIA DE FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.**

<b>Peligro</b>	<b>Grado (categoría)</b>
Inundaciones	Muy Alto
Sequías	Medio
Tormenta eléctrica	Alto
Granizo	Muy Alto
Ondas cálidas	Muy Bajo
Ciclones tropicales	Muy Bajo
Bajas temperaturas	Medio a Alto
Nevadas	Muy Bajo
Sísmico	Alto

*Fuente: CENAPRED.*

La siguiente descripción corresponde a la alcaldía de Iztapalapa:

<sup>###</sup> Para mayor detalle de los impactos, caracterización y jerarquización de los mismos, consultar la Manifestación de Impacto Ambiental.

<sup>####</sup> Se llevarán a cabo todas las medidas necesarias de prevención y mitigación, consultar Manifestación de Impacto Ambiental.

✓ **Sismos**

La Delegación Iztapalapa como parte de la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, de acuerdo con la regionalización sísmica de México. La zona B junto con la C, se consideran zonas intermedias, en ellas se registran sismos no tan frecuentemente, son zonas afectadas por altas aceleraciones, pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (Servicio Sismológico Nacional, SSN; <http://www.ssn.unam.mx/>) (Figura 31).

No obstante, lo anterior, debido a las condiciones del subsuelo del Valle de México, puede esperarse altas aceleraciones y ha sido afectada por sismos de muchos tipos y diversas intensidades. Las principales fuentes sísmicas que la afectan pueden clasificarse en cuatro grupos: (1) Temblores locales (M<sub>S</sub>5.5), originados dentro o cerca de la cuenca; (2) Temblores corticales, tipo Acambay (M<sub>S</sub>7.0), que se originan en el resto de la placa de Norteamérica; (3) Temblores de profundidad intermedia de falla normal, causados por rompimientos de la placa de Cocos ya subducida, pudiendo llegar hasta M=6.5 debajo del Valle de México; y (4) Temblores de subducción (M>8.0).



FIGURA 31. REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

Los sedimentos lacustres de origen volcánico de la ciudad de México presentan propiedades índices y mecánicas singulares, que no se ajustan a los patrones de comportamiento de la mayoría de los suelos. Su comportamiento mecánico, tanto estático como dinámico es complejo. Debido a esto y a pesar de la gran distancia epicentral a la que ocurren los sismos de subducción (280 a 600 km), la ciudad es particularmente vulnerable ya que el tipo de ondas que llegan son ricas en

periodos largos que sufren menos atenuación y experimentan gran amplificación al atravesar las arcillas del lago.

En la zonificación de la Ciudad de México se distinguen tres zonas de acuerdo al tipo de suelo (Figura 32):

- Zona I firme o de lomas: localizada en las partes más altas de la cuenca del valle. Está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.
- Zona II o de transición: presenta características intermedias entre la Zonas I y III.
- Zona III o de lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas y el fenómeno de licuación de arenas.

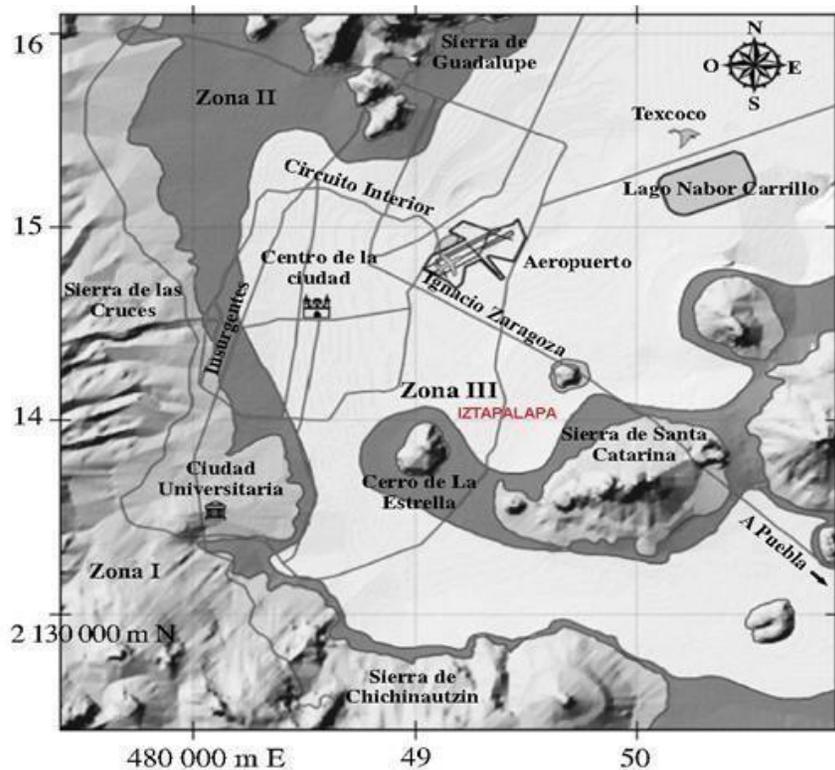


FIGURA 32. ZONAS SÍSMICAS DEL VALLE DE MÉXICO.

En la Delegación Iztapalapa, de acuerdo con la zonificación sísmica del Valle de México, se observan los tres tipos de suelo. La Zona I (lomas), que se encuentra ocupando los altos topográficos de la zona (cerro Peñón del Marqué, Cerro de la Estrella y Sierra de Santa Catarina); la Zona II (transición), que se encuentran en los alrededores de la zona I, es decir en el área de pie de monte, y la Zona III (lago), se encuentra representada en la planicie de la delegación.

Debido a que la mayor parte del terreno de Iztapalapa está conformada por la Zona III, es factible de presentarse el fenómeno de licuación de arenas, ya que se puede presentar en aquellos sitios donde el terreno está constituido por depósitos limosos y/o arenosos de espesor considerable, poco consolidados, con nivel freático a pocos metros de profundidad y cercanos a zonas generadoras de sismos someros de magnitud moderada o grande.

La Figura 33, muestra la zonificación del peligro sísmico para Iztapalapa y las correspondientes velocidades del suelo estimadas a través de la superposición de la velocidad de las ondas

sísmicas en relación con las principales capas de la cartografía base delegacional. Los intervalos de velocidad de las ondas sísmicas son los considerados en el modelo propuesto por Pineda y Ordaz.

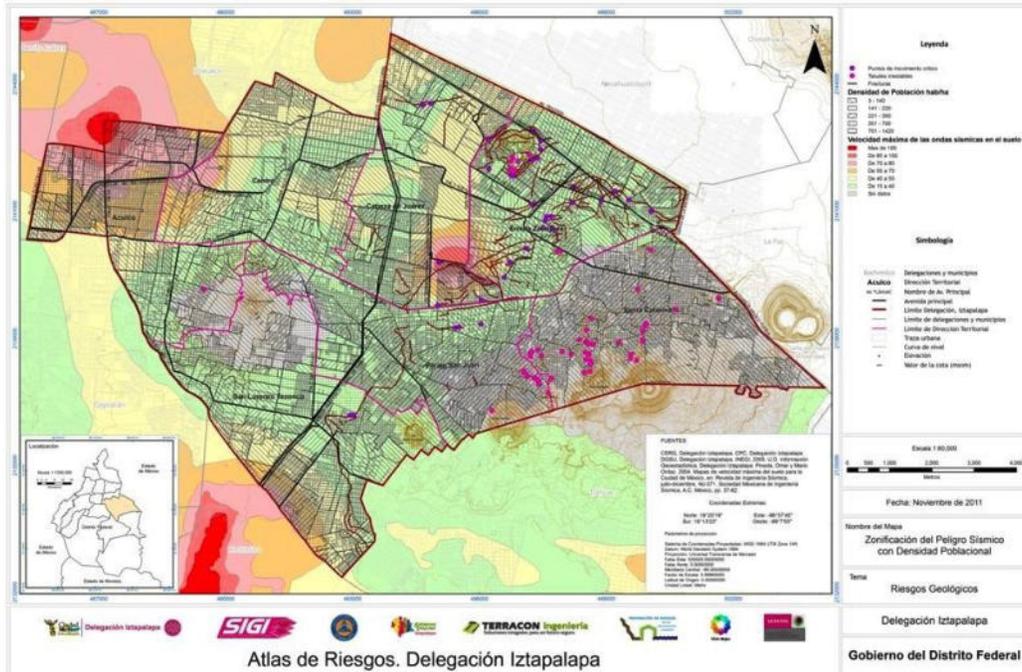


FIGURA 33. ZONIFICACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO PARA LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.

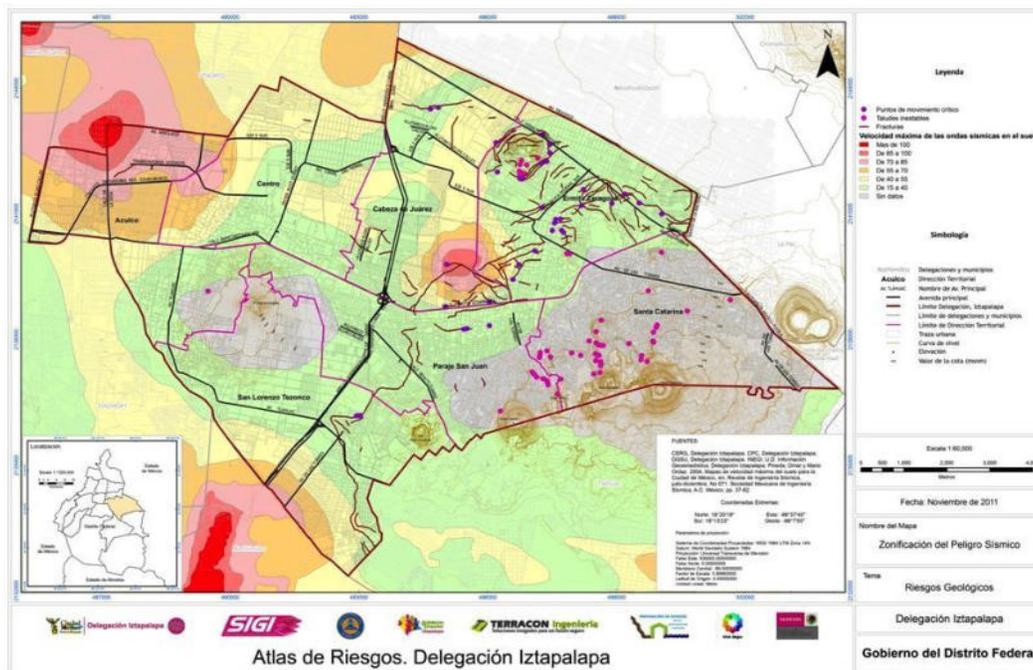


FIGURA 34. ZONIFICACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO Y DENSIDAD DE POBLACIÓN PARA LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.

El peligro sísmico al que está expuesta la zona urbana de Iztapalapa es el ya mencionado para todo el Valle de México, se trata tanto de los sismos de subducción (los cuales pueden generar movimiento sísmico energético en frecuencias altas) y sismos de fallas locales corticales como el de la potencial falla de Acambay y los de profundidad intermedia.

No existen antecedentes de daños importantes sufridos por actividad sísmica en la zona de Iztapalapa. Sin embargo, se está realizando el análisis de los factores involucrados en la sismicidad de la zona, al considerar la densa cantidad de viviendas asentadas en zonas inestables y las zonas que son afectadas por otros fenómenos como son hundimientos, fallas, fracturas y movimientos en masa, el riesgo sísmico asociado podría llegar a considerarse alto. La Figura 34 muestra la densidad de población para cada uno de las zonas sísmicas de la delegación, con base en el modelo de Pineda y Ordaz, en el que se calculan las velocidades máximas del suelo para un sismo de magnitud 8.4, con una distancia epicentral de 300 km.

### ✓ **Tormentas eléctricas**

En la Delegación Iztapalapa no se cuenta con antecedentes de la ocurrencia de este tipo de tormentas. Sin embargo, debido a que los rayos son impredecibles y aumentan el riesgo para las personas y sus propiedades, a reserva de obtener mayor información al respecto, se le asigna un valor de peligrosidad muy bajo.

### ✓ **Sequías**

El cambio climático ya está afectando a los recursos hídricos y a su gestión en diversas regiones. Éste puede tener graves efectos en las zonas urbanas, incluyendo un mayor riesgo de inundaciones, una reducción en el suministro de agua. Se prevé que temperaturas más elevadas y los cambios en las condiciones climáticas extremas afecten a la disponibilidad y distribución de las precipitaciones, el deshielo, las corrientes de los ríos y las aguas subterráneas y deterioren la calidad del agua.

La escasez de agua es a la vez un fenómeno natural y un fenómeno causado por el ser humano. Asimismo, es un concepto relativo y puede ocurrir en cualquier nivel de la oferta o la demanda. La escasez puede ser una construcción social (producto de la riqueza, las expectativas y el comportamiento habitual) o consecuencia de unos patrones de suministro alterados, por ejemplo, por el cambio climático. La escasez de agua se evalúa observando la ecuación agua/población. Se considera que un área está experimentando escasez de agua cuando el abastecimiento anual está por debajo de 1.700 m<sup>3</sup> por persona. Cuando el abastecimiento anual está por debajo de 1.000 m<sup>3</sup> por persona, la población se enfrenta a escasez de agua y por debajo de 500 m<sup>3</sup> a "escasez absoluta".

Para la delegación Iztapalapa se considera preliminarmente, que este fenómeno representa un nivel de peligrosidad muy bajo.

### ✓ **Inundaciones**

El problema de las inundaciones en la cuenca de México y las afectaciones a la población tienen su origen en la época prehispánica y continúa en la actualidad. Asimismo, las medidas que se han desarrollado para evitarlas o minimizarlas son muy antiguas. En la Delegación Iztapalapa esta situación también tiene una larga historia y la solución a dicho problema requiere de estudios

detallados y fuertes inversiones para obras de mitigación. Ocasionalmente se han presentado precipitaciones que, en pocas horas han alcanzado valores superiores al promedio. Estas lluvias extraordinarias provocan caudales extremos, habitualmente denominados crecidas, avenidas o riadas, que al desbordar su cauce habitual provocan la inundación de terrenos, afectando a personas y bienes. Para la población de la Delegación Iztapalapa, los efectos que causan las inundaciones se manifiestan generalmente en daños a las viviendas, en la infraestructura y en conflictos viales que generan pérdidas económicas. La Figura 35 muestra la zonificación de las inundaciones en la Delegación y los pozos de absorción instalados con el propósito de mitigar el impacto de estas inundaciones.

Las características del relieve de Iztapalapa, donde predominan las planicies fluvio-lacustres (81 %), donde los ríos principales se entubaron y el drenaje superficial natural se transformó por la urbanización, la hacen muy propensa a las inundaciones.

Las inundaciones que se presentan en Iztapalapa se catalogan de origen pluvial y específicamente “urbanas”, toda vez que son consecuencia de una falta de planificación territorial en zonas naturalmente susceptibles a inundaciones y dónde, además, se alteraron los patrones hidrológicos sin estimar las consecuencias que ello generaría. Desde este punto de vista, las inundaciones que se presentan en la Delegación se consideran de carácter “socio-natural”, resultado de procesos muy complejos.

La distribución anual de las inundaciones se presenta de mayo a octubre, coincide con el régimen de lluvias, éstas son de origen convectivo y se intensifican por la influencia de las ondas y ciclones tropicales. La escorrentía superficial que se genera a partir de la precipitación sobre las construcciones y calles es con frecuencia la que genera los problemas de inundaciones que afectan a la delegación y arrastra los materiales que posteriormente obstruyen el drenaje urbano.

Para la población de Iztapalapa, los efectos que causan las inundaciones se manifiestan generalmente en daños a las viviendas, en la infraestructura y en conflictos viales que generan pérdidas económicas debido al retraso laboral, además de accidentes.

Hoy día, la Iztapalapa es una de las delegaciones que más registran inundaciones anualmente, junto con las delegaciones Álvaro Obregón, Cuauhtémoc, Tlalpan, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Magdalena Contreras, Iztacalco y Venustiano Carranza. En la Figura 36 se muestra un mapa con el inventario de las inundaciones que han ocurrido en un periodo de ocho años de acuerdo a Vera. Cabe hacer notar que del año 2000 al 2004, con excepción del 2001, se registraron más de 100 inundaciones anuales. En general, la distribución espacial de las inundaciones durante el periodo señalado es muy heterogénea, pero en algunos años se puede observar una tendencia particular, como es el caso del año 1998, cuya distribución se manifiesta hacia el centro-sur, cerca de la Sierra de Santa Catarina. En el 2001 es hacia el centro norte y en el 2005 las inundaciones se concentran al poniente.

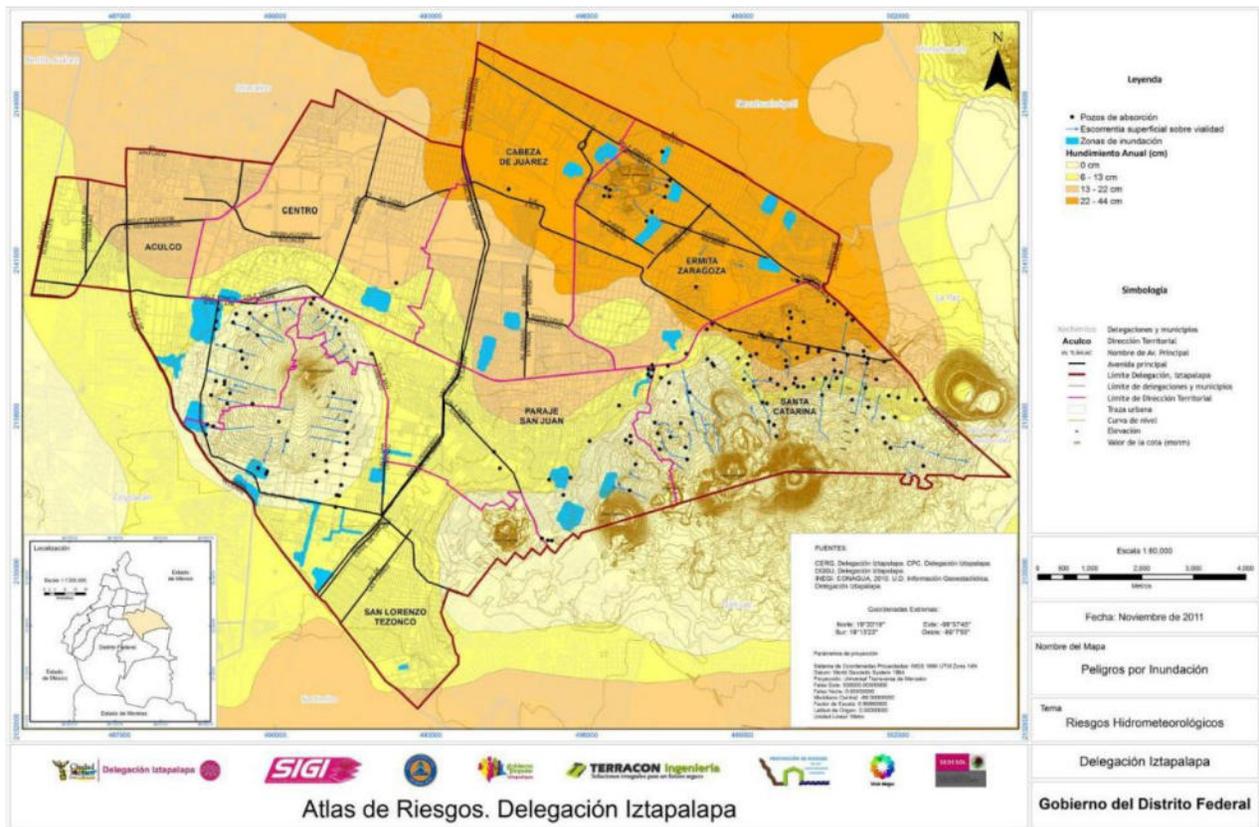


FIGURA 35. ZONIFICACIÓN DE LAS INUNDACIONES EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.

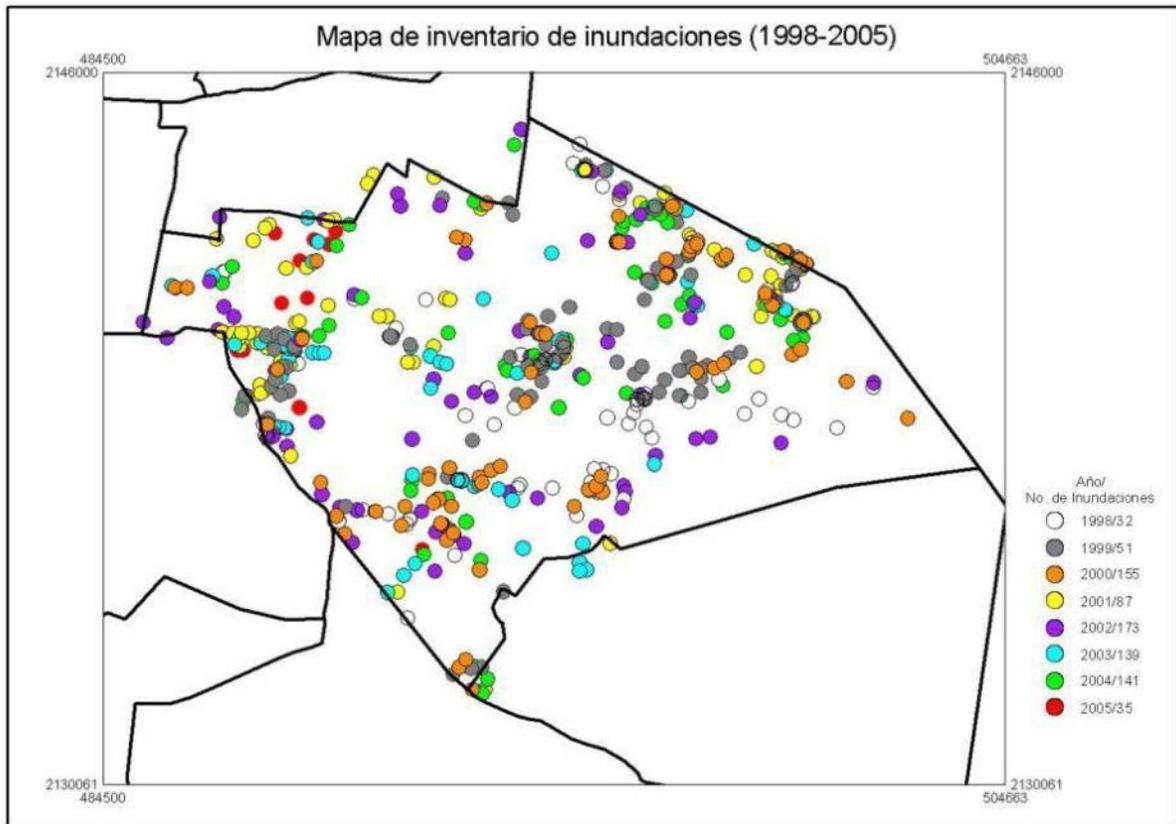


FIGURA 36. INUNDACIONES REGISTRADAS EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.

Es necesario señalar que comúnmente se habla de encharcamientos en zonas urbanas, sin embargo, no existe una definición propiamente dicha de este término, aunque en el ámbito científico, convencionalmente se acepta que un encharcamiento tiene un tirante igual o menor de 25 a 30 cm. Se hace esta aclaración debido a que en ocasiones tirantes superiores a las cifras mencionadas se siguen considerando encharcamientos y las inundaciones se minimizan o no se registran como tales. Por otro lado, se maneja la idea de que los efectos de los encharcamientos no causan afectaciones importantes en las viviendas situadas a pie de calle, no obstante, con una altura del agua de diez centímetros es suficiente para provocar daños, sobre todo en aparatos electrodomésticos como son los refrigeradores. Al respecto, en la zona de estudio se ha observado que la frecuencia de inundaciones con un tirante de agua igual o mayor a 30 cm es considerablemente más bajo que los encharcamientos.

Para determinar el peligro de inundaciones en la delegación de Iztapalapa se consideró el mapa elaborado por Vera quien utiliza cinco variables que de alguna manera intervienen en el fenómeno: la altura máxima de la lámina de agua, la extensión máxima de la inundación, la densidad de las inundaciones, el hundimiento -subsistencia- y la pendiente del terreno. Cada variable se clasificó por su grado de peligro y se le asignó un peso factorial acumulativo, posteriormente se elaboró un mapa para cada variable y éstos se superpusieron mediante la aplicación de funciones de cálculo, usando operadores booleanos condicionales, a partir de este procedimiento se generó un mapa final en el cual se muestran los niveles de peligro y sus coeficientes resultantes (Figura 37).

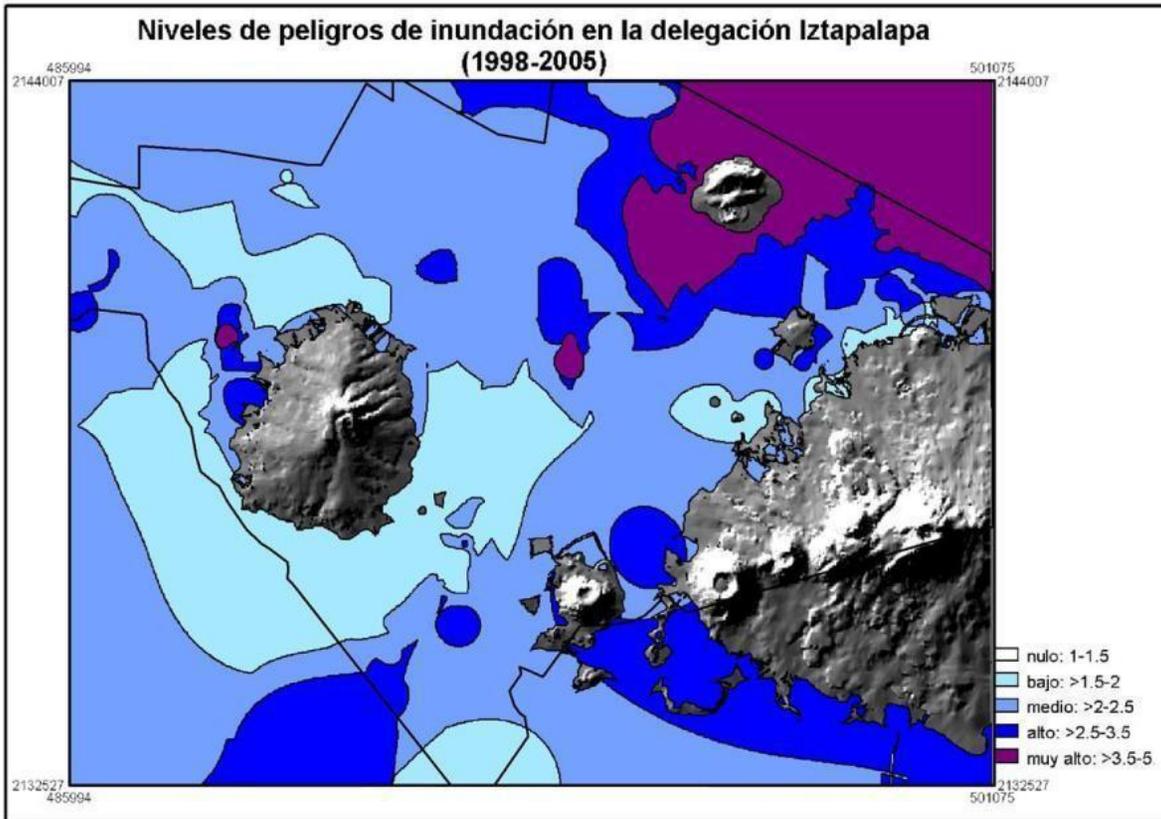


FIGURA 37. NIVELES Y COEFICIENTES DE PELIGRO DE INUNDACIÓN DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.

El nivel de peligro muy alto corresponde al sector nororiental de la Delegación que coincide con los terrenos de mayor subsidencia, así como dos pequeñas superficies que se localizan al centro y oeste. El nivel alto bordea a la zona con nivel muy alto de la parte nororiental, además se encuentra en varias áreas pequeñas distribuidas en todo el territorio estudiado. Los niveles medio y bajo de peligro ocupan la mayor superficie de la planicie fluvio-lacustre. Globalmente, hay una correlación de los niveles muy altos y altos de peligro con las 27 zonas de inundaciones identificadas por la Delegación.

Al fenómeno de inundaciones se le asignó un nivel de peligrosidad Muy Alto.

✓ **Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)**

En Iztapalapa se tiene como antecedente de los fenómenos de heladas y granizadas los siguientes: el del 3 de febrero de 1976, la muerte de una persona por la presencia de heladas; muerte de un bebe por el fenómeno de heladas el 23 de noviembre de 2002; incremento en enfermedades respiratorias por heladas en diciembre de 2006. Fuerte granizada el 4 de agosto de 1993, caos vial por lluvia y granizada el 11 de agosto de 2006, 19 vialidades afectadas por granizada el 19 de agosto de 2008, la capa de granizo alcanzó 15 cm de altura; caída de árboles, cortes de luz y afectación en vialidades principales por granizada el 26 de agosto de 2008. La Figura 38 muestra el mapa de peligros por temperaturas mínimas promedio registradas en Iztapalapa con base en las temperaturas registradas, en el que se identifican cuatro principales

regiones: < 2°, distribuidos en las zonas más altas de Santa Catarina, de 2 a 4°, en su parte media y en el Cerro de la Estrella también en su parte media; de 4 a 6° rodeando a todas las elevaciones topográficas de la delegación y < 6°, en el resto del área. A este fenómeno se le asignó un nivel de peligrosidad de medio.

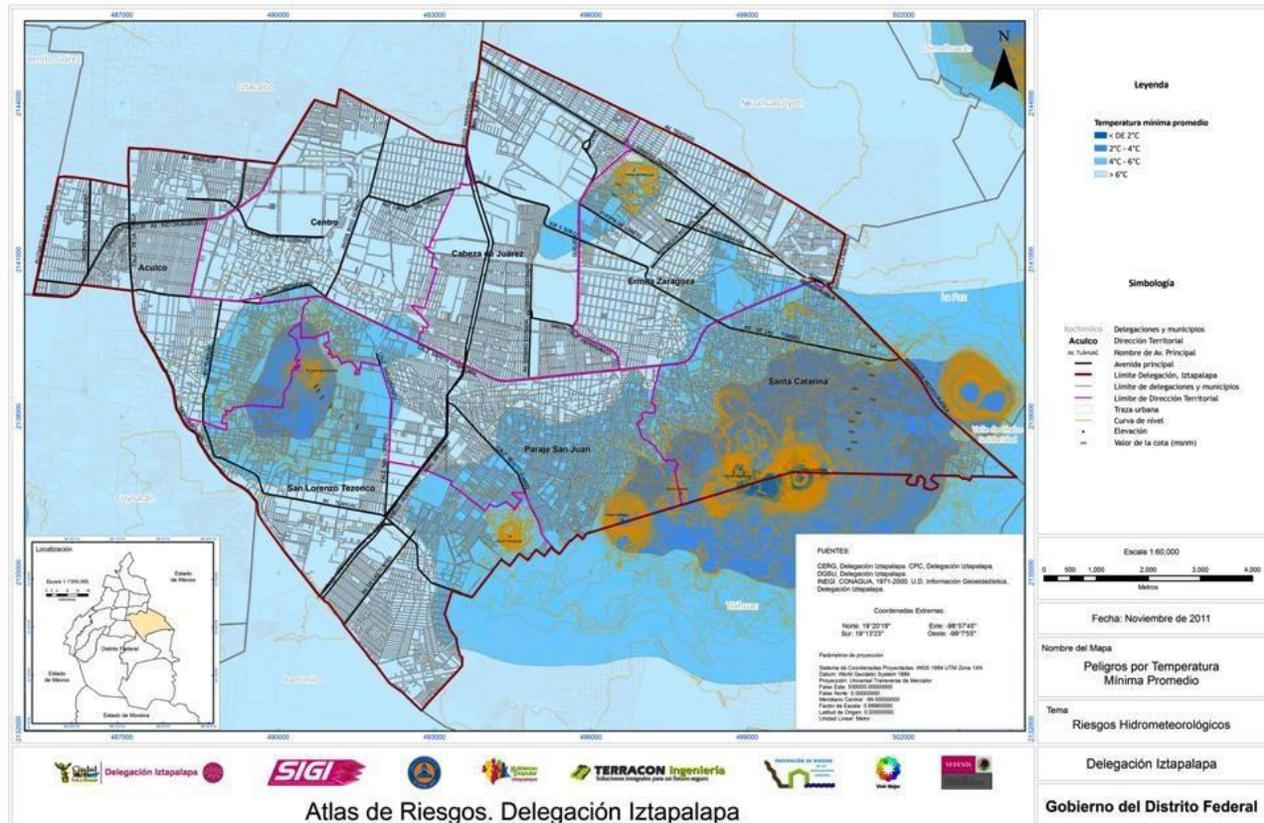


FIGURA 38. MAPA DE PELIGROS POR TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO.

III.7 Si es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

No se tiene registro en los últimos años de alguna enfermedad o epidemia en la zona de Iztapalapa. El único hecho registrado se tiene del año 1833 se presentó una epidemia de cólera morbus, peste que salió del contaminado Río Ganges de India, para expandirse por Rusia, diversos países de Europa y más tarde llegar a América a través de barcos infectados que llevaban mercancías.

## IV. Integración del Proyecto a las Políticas Marcadas en el Programa de Desarrollo Urbano

Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas con las políticas del Programa de Desarrollo Urbano Local, que tengan vinculación directa con las mismas. Anexar el plano referenciado del referido Programa de Desarrollo Urbano de la zona donde se localiza la instalación.

El programa delegacional de desarrollo urbano para la delegación Iztapalapa se publicó en la gaceta oficial el 02 de octubre de 2008.

Territorialmente la Delegación Iztapalapa se ubica en la parte oriente del Distrito Federal, con las siguientes coordenadas extremas como referencias geográficas: al Norte 19° 24´, al Sur 19° 17´ de latitud Norte; y al Este 98° 58´, al Oeste 99° 08´ de longitud Oeste. De acuerdo a la altura sobre el nivel del mar, la Delegación en sus partes de planicie guarda una altitud de 2,240 msnm, siendo superada tan sólo por los montículos cerriles de la Sierra de Santa Catarina, El Cerro de la Estrella y El Peñón del Marqués que llegan a alcanzar una altitud máxima de 2,820 msnm.

Actualmente la extensión territorial de la Delegación Iztapalapa es de 11,667 ha, que representan el 7.62 % del área total del Distrito Federal, guardando colindancia, al Norte, con la Delegación de Iztacalco y el Municipio de Nezahualcóyotl, en el Estado de México; al Oriente, con los Municipios de La Paz y Valle de Chalco Solidaridad, en el Estado de México; al Sur, con las Delegaciones de Tláhuac y Xochimilco; al Poniente, con las Delegaciones de Coyoacán y Benito Juárez.

La dinámica económica de la demarcación está basada principalmente en la actividad comercial, ya que cuenta con 32,938 unidades económicas que representan el 59.35 % del total delegacional, siguiéndole la actividad de servicios que participa con 16,705 unidades económicas y que representan el 30.10%, la actividad de manufacturas presenta el menor porcentaje con tan sólo el 10.53 % siendo la de más baja participación en la dinámica económica.

En la Delegación se emplean 225,468 trabajadores, dentro de los tres sectores más importantes de la Delegación, la actividad comercial es la que más empleos genera ya que presenta 38.05 % del total de los empleos, siguiéndole los que se emplean en la actividad manufacturera con el 35.26 % y por último el sector servicios con el 26.69 %.

De carácter regional destacan la Central de Abasto, los panteones San Lorenzo Tezonco y Civil de Iztapalapa, los reclusorios Oriente y Santa Martha y los Hospitales Regionales del IMSS y del ISSSTE, y de servicio inmediato los pequeños equipamientos como son escuelas de educación básica y mercados. Este uso en su conjunto ocupa un área del 19% del territorio urbano delegacional.

La Delegación aloja en la zona Centro el principal equipamiento de abasto metropolitano que es la Central de Abasto, cuya operación genera un alto impacto a la funcionalidad de la estructura urbana de su entorno, en términos de usos del suelo, vialidad, transporte tanto de pasajeros como de carga, tratamiento de desechos, partiendo del hecho de que su capacidad de almacenamiento es de 155 mil toneladas en 337 ha.

El proyecto se encuentra ubicado en una zona de Equipamiento, 3 niveles máximos y 40% de área libre, como se puede apreciar en la siguiente figura, por lo que el proyecto no se contrapone con el uso de suelo establecido.



al diámetro del tubo de GNCV , el espacio entre el tubo y la cubierta de PVC es rellena de un material sellante y flexible (Silicona o similar) capaz de absolver cualquier vibración del sólido a la tubería.

- La subestación eléctrica se diseñó bajo los lineamientos internacionales y bajo la NOM-001-SEDE-2012.

Para el tema de inundaciones, la EDS cuenta con sistema de drenaje pluvial y drenaje sanitario los cuales están conectados al sistema de alcantarillado de la alcaldía de Iztapalapa, Ciudad de México.

El fenómeno natural que se presente relacionado a efectos meteorológicos adversos, en específico la inversión térmica o niebla, es atendido con la luminaria a prueba de explosión y de alto alcance, todas ellas cumpliendo con la NOM-001-SEDE-2012.

Adicional a lo anterior, para la obra mecánica, con el fin de contar con un sistema seguro y óptimo, se tomaron los siguientes criterios de diseño por etapa (estos criterios ya fueron aplicados):

- Estación de Regulación y Medición:
  - Construcción con materiales no combustibles
  - Todos los accesorios previos a regulación son ANSI 600
  - La presión de salida de la estación es de 7 bar (con el fin de cumplir con la presión de succión solicitada por los compresores).
  - Todos los elementos están diseñados para soportar desde el flujo mínimo hasta el flujo máximo demandado por los compresores.
- Compresión:
  - Cuenta con una etapa de secado preliminar con el fin de eliminar la humedad que contenga el gas natural.
  - Cuenta con válvulas de corte y botones de paro en caso de alguna emergencia o que alguna variable no sea la correcta para la operación.
  - Cuenta con un almacenamiento y un panel de prioridades con el fin de que los arranques del compresor no sean súbitos y se tenga una eficiencia energética y eléctrica baja.
  - Se encuentran en un recinto, no se encuentran a la intemperie, esto protege la integridad de su estructura.
- Dispensadores:
  - Cuentan con válvula de exceso de flujo
  - Cuentan con válvulas shut off (los dispensadores cuentan con un dispositivo que impida el flujo de Gas Natural en caso de que algún vehículo desprenda la manguera de suministro)

Toda la tubería de la estación, fue diseñada para el flujo máximo de la estación, así como para soportar 1.5 veces más la presión de operación de cada etapa y que no rebase una velocidad de 20 m/s en su interior.

La tubería de acero al carbón y acero inoxidable cumple con los criterios de diseño, construcción y soporte que marca la NOM-007-ASEA-2016 y la NOM-010-ASEA-2016 (y la anterior norma NOM-010-SECRE-2002).

En cada etapa que compone la EDS, se cuentan con válvulas de seguridad, las cuales cuentan con set points ligeramente más altos que la presión de salida de las etapas, en los siguientes puntos de este capítulo se describen dichas válvulas con mayor detalle.

## V.2 Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagrama de bloques).

Desde el punto de interconexión hasta el despacho de combustible a través de dispensadores, la función de cada etapa operativa es la transferencia de gas natural (única sustancia considerada de alto riesgo a lo largo del proceso), por lo que no existe reacción alguna durante estos procesos, sin embargo, debido a que sufre cambios en la presión del fluido, el mayor cambio físico de dicho combustible es en su volumen y, en consecuencia, su densidad.

### Descripción detallada del proceso

La principal actividad que realiza Combustibles Ecológicos Mexicanos S.A. de C.V. es la comercialización de Gas Natural Comprimido Vehicular (GNCV) al parque automotor nacional.

A continuación, se enuncia, las áreas que comprende la EDS:

#### I. Recepción, Acondicionamiento y Despacho de Gas Natural

- a. Estación de Regulación y Medición (ERM)
- b. Etapa de Secado
- c. Etapa de Compresión
- d. Sistema Cascada
- e. Panel Prioritario
- f. Dispensadores de Gas Natural

#### II. Servicios Auxiliares

- a. Subestación Eléctrica
- b. Servicio de Aire
- c. Taller
- d. Almacén de Residuos Peligrosos
- e. Bodega de Herramientas
- f. Drenaje Pluvial y Drenaje sanitario

#### III. Oficinas Administrativas

### **Recepción, acondicionamiento y despacho de Gas Natural Estación de Regulación y Medición (ERM)**

Para la operación de la estación de servicio de GNCV se cuenta con un abastecimiento continuo de gas natural desde la red de distribución de Maxigas mediante un ducto de acero al carbono que

llega a la Estación de Regulación y Medición (ERM), dicha estación está compuesta por los siguientes instrumentos:

- Filtro
- Regulador de Presión
- Medidor de Gas
- Válvula de Control

La Estación de Regulación y Medición permite conducir el Gas Natural hacia la Etapa de Secado.

### **Etapa de Secado**

En esta etapa se elimina la humedad que trae consigo el Gas Natural mediante dos columnas de secado, ya acondicionado el Gas Natural se envía hacia la etapa de compresión.

### **Etapa de Compresión**

La EDS cuenta con Cuatro (4) compresores con motor de accionamiento eléctrico los cuales reciben el gas natural y lo comprime en un proceso que incluye multietapas alternativas de compresión y enfriamiento. Los compresores funcionan a una presión de succión de 7 bar y a una presión de descarga de 250 bar, de los cuales dos (2) compresores cuentan con una capacidad de compresión de 1,128 m<sup>3</sup>/h y los otros dos (2) 1,409 m<sup>3</sup>/h de Gas Natural.

**TABLA 23 COMPRESORES (MARCA Y MODELO)**

<b>Descripción</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>No. de Serie</b>
COMPRESOR ELECTRICO #1-1	1128 SM3/H	IMW	TWIN IMW 50-6750DA-300-3625-4AC	WC1001257
COMPRESOR ELECTRICO #1-2	1128 SM3/H	IMW	TWIN IMW 50-6750DA-300-3625-4AC	WC1001257
COMPRESOR ELECTRICO #2-1	1409 SM3/H	IMW	TWIN IMW 50-5750DA-300-3625-4AC	419.00.00 / WC1006520
COMPRESOR ELECTRICO #2-2	1409 SM3/H	IMW	TWIN IMW 50-5750DA-300-3625-4AC	419.00.00/ WC1006520

Los equipos de compresión cuentan con:

- Una válvula de corte manual, ¼ de vuelta, en la línea alimentación del compresor
- Válvulas de alivio de presión después de cada etapa de compresión, que se calibradas para su activación al alcanzar una presión de 1.2 veces la presión de operación de cada etapa.
- Un sistema automático de eliminación de condensados, para evitar el transporte de líquidos a los recipientes de almacenamiento. El líquido producto de condensados no debe ser vertido en alcantarillas públicas.
- Una válvula automática de corte de flujo por sobrepresión de descarga y por alta temperatura de descarga en la última etapa de compresión.
- Manómetros en cada etapa de compresión

- Paro de Emergencia, de accionamiento por botón golpe de puño, de fácil acceso, que active el sistema de bloqueo de la EDS y que esté identificada con un letrero visible y legible que contenga la siguiente leyenda “PARO DE EMERGENCIA”.
- Detector de gas en el gabinete

Durante la etapa de mantenimiento de los compresores se debe realizar los cambios de aceite, anticongelante, filtros, así como los respectivos ajustes determinados por el departamento de mantenimiento. Los residuos peligrosos generados por el mantenimiento se clasificarán e identificarán para su almacenamiento y control.

### *Controles*

Panel con indicación de presión de aceite, presión de entrada del gas, y presiones y temperaturas ínter etapas y de descarga. Cada indicador cuenta con su interruptor para accionar dispositivos de seguridad por alta o baja indicación, según corresponda. Poseerá además comandos para arranque y detención del equipo, siendo al igual que el resto de los elementos integrantes del panel de seguridad intrínseca.

### *Comando*

Se realiza a distancia, con tablero de Control, y panel microprocesador electrónico de comando con pulsadores de arranque y detención, totalizador de horas de funcionamiento, señales luminosas y acústicas, y display de cristal líquido alfanumérico que no sólo indica el estado del compresor (comprimiendo, pausa, conectado, automático, etc.); además, en caso de parada por desperfecto, indica el tipo del mismo y el estado en que se encuentra cada elemento de seguridad, y permite también la programación de los tiempos de las secuencias de arranque y parada del equipo.

### *Otros componentes*

El equipo se proveerá con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, tales como filtros, separadores, válvulas de retención, controladoras de alivio de drenaje, termostatos y presostatos para cada etapa, etc. El conjunto completo, se provee montado en un bastidor de carpintería metálica, formando un módulo independiente del resto de la instalación.

## **Sistema Cascada**

Una vez comprimido el Gas Natural pasa a unos cilindros de almacenamiento provisional (sistema cascada) para conducirlo a los dispensadores. Estos cilindros, tienen como función espaciar los arranques del compresor, logrando un trabajo más eficiente del equipo, es decir, funcionan en forma similar a un pulmón o tanque hidroneumático, a diferencia de los tanques de combustibles líquidos o GLP que sirven para contener grandes cantidades de producto.

La estación EDS cuenta con dos (2) sistema Cascada con 16 cilindros de 125 L cada uno, dando una capacidad total de almacenamiento de 4,000 L.

En este almacenamiento se encuentra el dispositivo que controla la presión de arranque y parada del equipo. Como se ha mencionado, el propósito de implementar estas cascadas de almacenamiento es poder evitar el continuo arranque de los compresores en caso se requiera abastecer de gas natural a algún vehículo, ya que las cascadas con el almacenamiento de 4.000 litros a 250 bar de gas puedes abastecer hasta 6 vehículos menores sin la necesidad de arrancar el compresor, esto conlleva a ahorrar el consumo de energía ya que el pico más alto de consumo eléctrico se da en el arranque del compresor

**TABLA 24 ALMACENAMIENTO (MARCA Y MODELO)**

<b>Descripción</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>No. de Serie</b>
CASCADA DE ALMACENAMIENTO 1	2000 L	IMW	GNV AL02-1	1225-1
CASCADA DE ALMACENAMIENTO 2	2000 L	IMW	GNV AL02-1	13624-1

Esta disposición cuenta con los siguientes accesorios e instrumentos:

- Presostato de arranque parada: Dispositivo de control de parada y arranque del compresor.
- Manómetro: Indicador de la presión de cascada
- Válvula de seguridad: Sistema de seguridad que actúa en caso de sobre presión
- Válvula de exceso de flujo: Elemento de seguridad que bloquea la salida de gas ante un aumento brusco de flujo.
- Válvula de cilindro: Dispositivo de apertura y cierre de cada cilindro; además cuenta con una válvula de seguridad para exceso de temperatura.
- Válvula anti retorno: Componente que impide el retroceso de gas hacia el compresor.

### **Panel Prioritario**

Sistema que comprende el conjunto de comandos y controles, eléctricos y manuales destinados a controlar la operación de las unidades de compresión y almacenamiento, el sistema de detección de fallas y los aspectos que tienen que ver con la seguridad de la EDS.

El panel prioritario de control debe activar todas las válvulas de corte de flujo automático y detener el compresor cuando:

- Una parada de emergencia sea activada
- Un detector de mezclas explosivas se active
- Se active algún sensor de presión
- Se active algún sensor de temperatura
- Se active algún sensor de funcionamiento anormal del compresor.

### **Línea de alta**

La red de alta presión de una sola vía tipo anillo, la cual canaliza el gas natural comprimido a 250 bar desde la salida los compresores hacia un panel prioritario, el cual derivara el GNCV hacia los dispensadores y hacia los tanques de almacenamiento, priorizando el abastecimiento de los dispensadores.

La línea de alta presión está compuesta por tubing de acero inoxidable, de ¾” de diámetro, accesorios y equipos serie 6000, así como también, válvulas.

La conexión a los dispensadores se hace mediante una Tee SW de acero inoxidable de ¾” de diámetro, continuando con un reductor de ¾” a ½” y una tee s/c acero inoxidable de Ø ½”, de esta se derivan dos tuberías s/c de acero inoxidable Ø ½” para la alimentación a cada lado del dispensador, cada línea tendrá una válvula esférica de acero inoxidable y conectores dieléctricos. La conexión del dispensador de despacho a usuarios será de 3/8” de diámetro.

Para la unión entre tuberías en una misma dirección se utilizó: Unión recta SW. Y para las tuberías en diferente dirección se utilizó accesorios como: Unión tee SW, Unión codo SW.

La red de tuberías de alta presión (sistema tipo anillo) que alimentan a los dispensadores están enterradas a una profundidad de 1.40 metros. Estas tuberías contarán con protección catódica y un ánodo de sacrificio de 17 Lbs.

### **Línea de Baja**

Las tuberías y accesorios cumplirán con las especificaciones ANSI / ASME B31.4, siendo los requisitos los siguientes:

- Las tuberías de baja presión serán de acero al carbono, ASTM A-53 ó similar, cédula SCH 40 para tuberías de 6” y algunas reducciones en 3”.
- Los tubos de acero al carbono exteriores se protegerán de la corrosión mediante la aplicación de pintura anticorrosiva epóxica: color amarillo RAL 1004, espesor de pintado 8 mil (200 micras, base mas acabado), la medición puede realizarse con un micrómetro digital.
- Los accesorios (codos, tees, etc.) en baja presión serán de acero al carbono ASTM A234 WPB y dimensiones según ANSI/ASME B16.9 del mismo espesor que la tubería en diámetros de 6” y 3”, y clase 150 para todas las conexiones roscadas.
- Las válvulas de bola y check que requieran ser montadas entre bridas, estas serán de acero al carbono, ASTM A105 y dimensiones según ANSI B16.5, para la clase seleccionada y para las conexiones rosacdas según ANSE ASEM B16.11. Las empaquetaduras deberán tener un punto de fusión sobre los 900°C pudiendo ser de fibra de carbono y grafito apropiados para alta presión y variación de temperatura.
- La tubería que pase a través de paredes, piso o techo tendrán una cubierta concéntrica externa de PVC en el espacio de pase, la misma será fijada al piso, techo o pared de tal manera que quede embebida en esta, el diámetro del tubo PVC será como mínimo ½” mayor al diámetro del tubo de GNCV, el espacio entre el tubo y la cubierta de PVC será rellenada de un material sellante y flexible (Silicona o similar) capaz de absolver cualquier vibración del sólido a la tubería.

### **Dispensadores de Gas Natural**

La distribución de las islas de dispensadores en el patio de maniobras de la Estación, permite un rápido ingreso y salida de todos los vehículos que utilicen la isla del establecimiento, asimismo, estos vehículos cuando se encuentran estacionados en posición de carga no obstaculizan la entrada o salida, ni la libertad de maniobra de los otros vehículos, ni invaden la vía pública. La EDS cuenta con seis (6) Islas y a su vez cada Isla se compone de un dispensador y dos mangueras para abastecimiento de vehículos o cualquier otro automotor que requiera el combustible.

Los Dispensadores de la Estación están compuestos por un display e instrumentos mecánicos desde donde se lleva a cabo el despacho de Gas Natural hacia vehículos.

A continuación, se nombran los componentes de los Dispensadores:

- Display electrónico compacto de cuarzo líquido de alta visibilidad con indicación del precio unitario, la cantidad de metros cúbicos despachados, y el importe de la venta actual
- Manguera de carga diámetro 3/8”

- Válvula de carga de Gas Natural
- Válvula esférica de ½"
- Medidor másico
- Alarma sonora de fin de carga
- Válvula de exceso de flujo
- Válvula Shut off <válvula de cierre> (los dispensadores cuentan con un dispositivo que impida el flujo de Gas Natural en caso de que algún vehículo desprenda la manguera de suministro)
- Dispositivo de paro automático que opera cuando el cilindro alcance la presión de llenado, corregido por temperatura, velocidad de carga o equivalente; dispositivo que permite despresurizar el sistema de transferencia antes de desconectarse y conducirlo cuando menos a 0,70 m por arriba del nivel de la techumbre o 6,5 m del nivel de piso de la isla; y gabinete de acero inoxidable.

Todos estos elementos y componentes que se ubiquen en áreas de riesgo están diseñados y certificados para uso en áreas clasificadas Clase 1, División 1, Grupos C y D.

**TABLA 25. DISPENSADORES (MARCA Y MODELO).**

Descripción	Capacidad	Marca	Modelo	No. de Serie
DISPENSADOR 1	600 m3/hr	IMW	IMW-D-3L-SF-2H	WC1001796-3
DISPENSADOR 2	600 m3/hr	IMW	IMW-D-3L-SF-2H	WC1000388-3
DISPENSADOR 3	600 m3/hr	IMW	IMW-3L-SF-2H	WC1001796-2
DISPENSADOR 4	600 m3/hr	IMW	IMW-3L-SF-2H	13430-2
DISPENSADOR 5	600 m3/hr	IMW	IMW-D-3L-SF-2H	13438-2
DISPENSADOR 6	600 m3/hr	IMW	IMW-D-3L-SF-2H	----

Los Dispensadores tienen alimentación desde el Sistema Cascada (la unidad de almacenamiento provisional) de Gas Natural por medio de una red tipo anillo para mantener constante la presión en todos los dispensadores y el funcionamiento de cada manguera de llenado en los dispensadores es totalmente independiente, posibilitando esto la utilización de ambas mangueras de manera simultánea, sin que sea afectada la carga de ninguna de ellas.

Durante el despacho de combustible, el despachador cuida que se cumplan con las siguientes medidas de seguridad:

- El despachador indicar en que isla deberá colocarse para recibir el servicio y los vehículos se formarán en orden y no obstruirán las vías de acceso.
- No se permitirá fumar ni encender fuego a ninguno de los ocupantes de los vehículos estacionados en el área de Despacho.
- El equipo expendedor debe ser manejado sólo por el despachador.
- No se permitirá hacer ninguna reparación del sistema eléctrico dentro del área de surtidores. Sólo se permiten reparaciones mecánicas menores suficientes para que el vehículo abandone el área de llenado.
- El cliente no deberá arrancar su motor y poner en movimiento su vehículo, sino hasta después de recibir las indicaciones correspondientes del despachador.

- Ningún vehículo deberá permanecer más tiempo en el área de llenado de la estación, que el necesario para recibir el servicio.
- No debe usarse gasolinas ni solventes para fines de limpieza, ya que propician la formación de vapores inflamables.
- La limpieza de los pisos dentro de la Estación de Servicio es una labor permanente, por ningún motivo debe descuidarse, ya que de hacerlo se provocarían riesgos que afectarían la integridad física de los mismos trabajadores y de los usuarios

### **Soportería**

Toda tubería aérea está debidamente sujeta a un soporte de sujeción, con aislamiento físico de contacto entre la tubería y el soporte de sujeción, para ello se revistió la zona de contacto con un material inerte a la corrosión y no inflamable o auto extinguido, la forma de instalación se indica en los detalles mecánicos de soporte.

### **Servicios Auxiliares** **Subestación Eléctrica**

La subestación eléctrica es del tipo caseta, con un transformador de 1,000 kVA, acometida del con suministro eléctrico por parte de CFE, transformador al tablero de barras, los tableros del suministro eléctrico, los interruptores automáticos, fusibles e interruptores, incluyendo ajuste de disparo de los interruptores automáticos y la capacidad de interrupción de los dispositivos de sobrecarga se ejecutan de acuerdo con la norma NOM-001-SEDE-2012.

### **Servicio de Aire**

Se cuenta con compresores de aire que dan servicio a la EDS.

### **Almacén de Residuos Peligrosos**

En esta área se almacenan los Residuos Peligrosos generados durante la operación y el mantenimiento de la EDS. El Almacén de Residuos cuenta con sardineles para asegurar la captación de los líquidos en caso de derrames o escurrimientos, así como ventilación natural. Una vez ingresados los Residuos Peligrosos se debe verificar su correcta identificación y llenar el registro para su control.

Los Residuos Peligrosos generados por la EDS son:

- Sólidos contaminados
- Aceites gastados lubricantes

La EDS no trata los Residuos Peligrosos generados por lo cual contrata los servicios de ECO SMART empresa encargada de la Recolección, Manejo, Transporte y Disposición final de los Residuos Peligrosos. La recolección de Residuos Peligrosos se realiza bimestralmente.

### **Drenaje Pluvial y Drenaje Sanitario**

La EDS cuenta con sistema de drenaje pluvial y drenaje sanitario los cuales están conectados al sistema de alcantarillado de la alcaldía de Iztapalapa, Ciudad de México.

### **Oficinas administrativas**

Las Oficinas Administrativa se divide en de la siguiente forma:

- Administración
- Caja
- Comedor
- Baños
- Vestidores
- Estacionamiento

### **Descripción de los equipos, medidas y dispositivos de seguridad**

La reducción de riesgos comenzó desde el diseño de la estación de servicio. Como mínimo, deberán observarse estrictamente todos los códigos, las reglamentaciones y las leyes mexicanas. Durante el proceso del diseño se tomaron en cuenta varios factores, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Especificaciones para la tubería, tales como la de Resistencia a la Cedencia (SMYS), capacidad de conducción y la de Máxima Presión de Operación (MAOP), inclinación, espesor de las paredes, resistencia a la fractura, recubrimiento, soldabilidad, fatiga y vida útil
- Sobrepresión y control de la velocidad del gas
- Especificaciones de los reguladores
- Especificaciones de equipos
- Espaciamiento entre válvulas
- Procedimientos e inspecciones de calidad
- Especificaciones de sistemas de seguridad

Componentes:

- Para el seccionamiento o corte de flujo de gas natural a lo largo de la infraestructura, se utilizan válvulas para gas natural de cierre rápido, que soporten la presión de diseño.
- Se debe usar válvulas para gas natural del tipo cierre rápido de un cuarto de vuelta donde se tenga una línea de desvío o puenteo que soporten la presión de diseño, de igual forma se localizan en lugares de fácil e inmediato acceso que permitan su operación en casos de emergencia.
- Las bridas y accesorios bridados instalados satisfacen los requisitos mínimos de temperatura y presión de diseño de la estación de servicio.
- Se tienen venteos y paros de emergencias ante cualquier emergencia de acuerdo a condiciones de operación o ruptura.

Salvaguardas Principales de la Estación:

- Se cuenta con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de cada etapa y proceso. La estación de servicio cuenta con botones instalados de cierre de emergencia. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.
- En la etapa de regulación se cuenta con protección lo que significa que si ocurre una sobrepresión en primer lugar se abrirá la válvula de alivio de presión, después se disparará el corte por sobrepresión o baja presión sólo en la línea donde presente el problema.
- Se cuenta con válvulas de alivio en la ERM, en el recinto de compresión y en dispensadores, con el objetivo de proteger el sistema de una sobrepresión en caso de incendio o incremento de presión por una temperatura excesivamente alta del gas.

Diagrama de Bloques de Procesos descritos anteriormente:

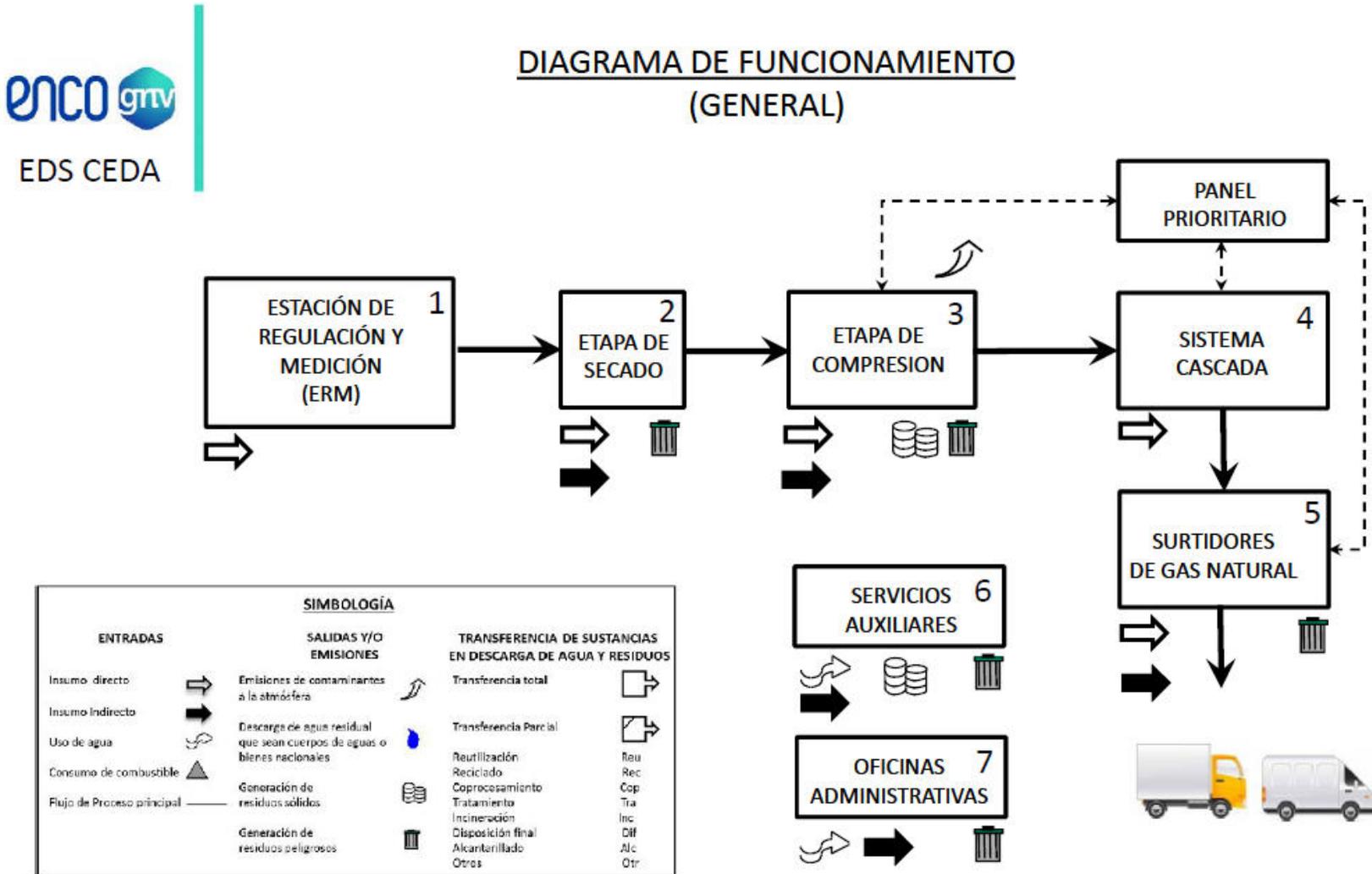


FIGURA 39. DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.



### DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO (ETAPA DE COMPRESIÓN)

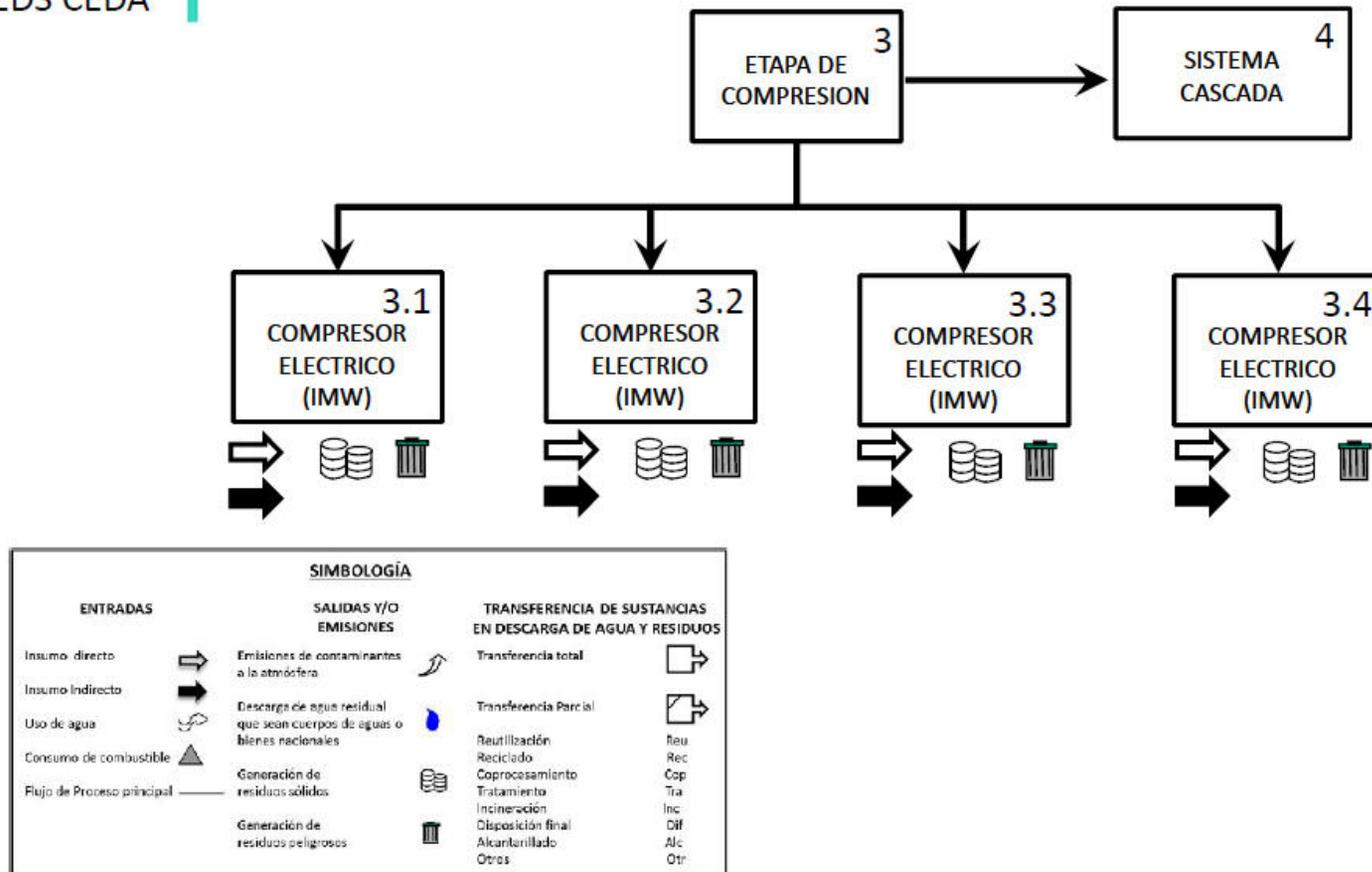


FIGURA 40. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO COMPRESIÓN.



### DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO (SERVICIOS AUXILIARES)

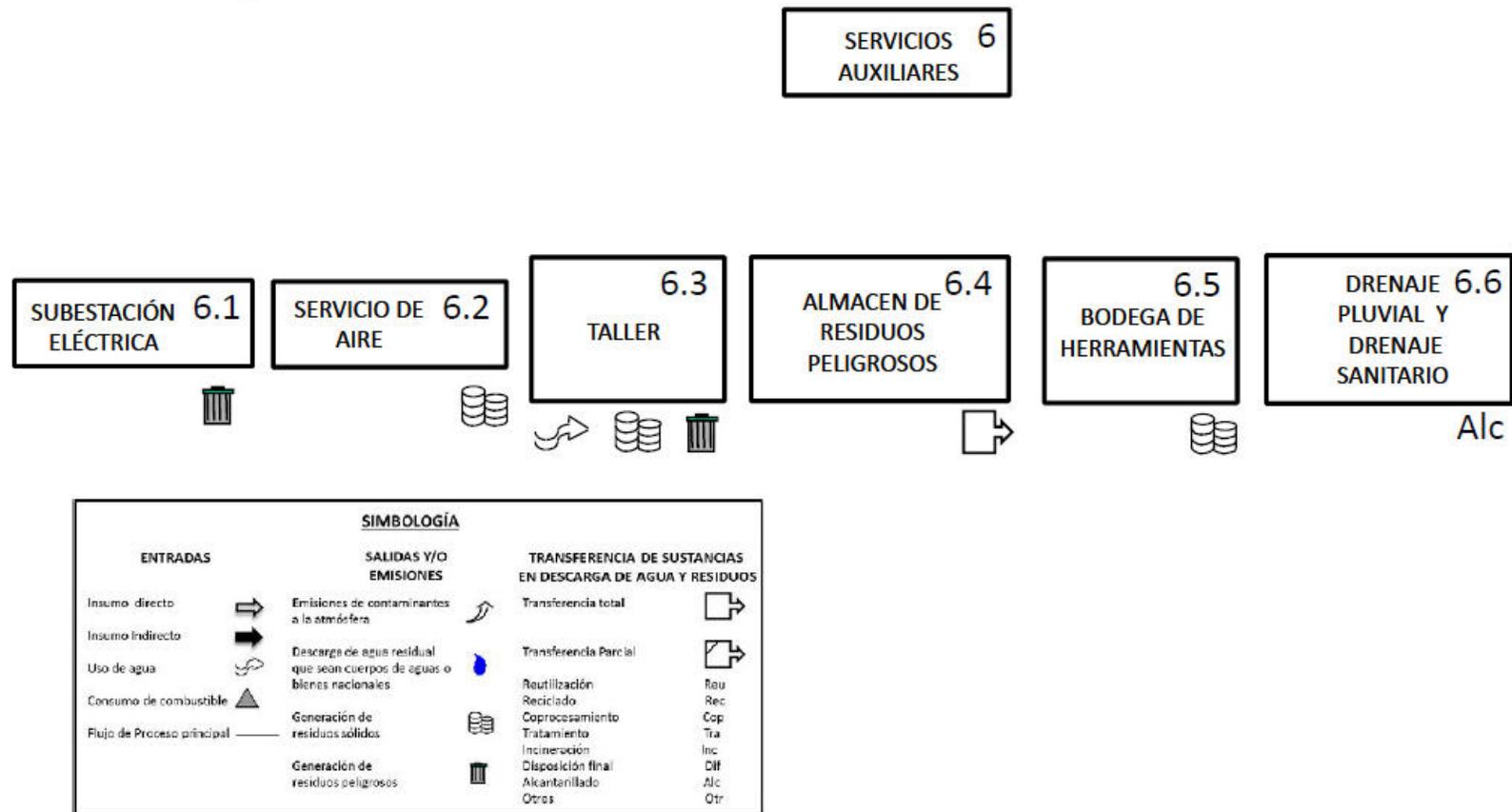


FIGURA 41. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO SERVICIOS AUXILIARES.

V.3 Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los listados de actividades altamente riesgosas, especificando sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m<sup>3</sup>/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MMPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

La única sustancia involucrada en la Estación de Servicio es el gas natural, la cual solo se transfiere de un punto a otro cambiando sus condiciones de presión y temperatura para su suministro al parque vehicular que demanda dicho combustible.

A lo largo de su trayectoria, como ya mencionamos solo existe un punto de almacenamiento el cual tiene una capacidad total de 4,000 L, lo que equivale a 4 m<sup>3</sup>, tomando en consideración que la densidad del gas natural a 250 bar es de 190.3 kg/m<sup>3</sup> (cálculo obtenido por el software de diseño PRO II) la cantidad almacenada de gas natural será de 761.2 Kg. Debido a que la sustancia es gas natural y no se mezcla, no existe concentración química.

La capacidad máxima que tendrá la estación de servicio, y en consecuencia de despacho de gas natural, será determinada por la capacidad máxima de los dispensadores; por lo que tenemos lo siguiente:

- Cada dispensador tiene una capacidad de 600 m<sup>3</sup>/hr, considerando 6 dispensadores, se tiene una capacidad diaria de 86,400 m<sup>3</sup>/día.

El almacenamiento se da en unos cilindros de acero los cuales se encuentran diseñados para soportar hasta 1.5 veces más la presión máxima de operación.

V.4 Presentar la hoja de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994 “Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo”, de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.

La única sustancia a lo largo del proceso es gas natural, en el Anexo 5.1 se presenta la hoja de seguridad de dicha sustancia.

V.5 Tipo de Recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

- Características del almacenamiento:
  - Son recipientes de acero
  - La estación de servicio cuenta con dos cascadas de almacenamiento.
  - Los recipientes están interconectados entre sí por tubería de acero inoxidable.
- Códigos o estándares de construcción:
  - Se encuentran dictaminados por la NOM-020-STPS-2011 “Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas – Funcionamiento – Condiciones de Seguridad”.

- Año de Fabricación: 2012
  - Flujo manejado: Gas Natural
  - Presión de Diseño: 37,500 kPa
  - Presión de Operación: 25,000 kPa
  - Presión de Calibración: 27,580 kPa
  - Capacidad volumétrica: 0.125 m<sup>3</sup>
  - Temperatura de diseño: 93 °C
  - Temperatura de operación: 15 °C
  - Número de clasificación del equipo: III
- Dimensiones:
    - Cada cascada mide aproximadamente 3 metros a lo ancho, y 80 cm a lo largo (es el arreglo por los 16 recipientes)
    - La altura de los recipientes desde su base hasta su punto más alto es de 2 metros aproximadamente.
  - Cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente:
    - Cada cascada de almacenamiento está formada por 16 recipientes con capacidad de 125 litros de agua por cada uno de estos.
    - La capacidad de almacenamiento total es de 4,000 litros de agua

La sustancia almacenada es gas natural comprimido.

- Dispositivos de seguridad instalados en el almacenamiento:
  - Presostato de arranque parada: Dispositivo de control de parada y arranque del compresor.
  - Manómetro: Indicador de la presión de cascada
  - Válvula de seguridad: Sistema de seguridad que actúa en caso de sobre presión
  - Válvula de exceso de flujo: Elemento de seguridad que bloquea la salida de gas ante un aumento brusco de flujo.
  - Válvula de cilindro: Dispositivo de apertura y cierre de cada cilindro; además cuenta con una válvula de seguridad para exceso de temperatura.
  - Válvula anti retorno: Componente que impide el retroceso de gas hacia el compresor.

### V.6 Describir equipos de procesos y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

Dando cumplimiento a la guía para la elaboración del estudio de riesgo presente, se presenta la siguiente tabla donde se mencionan los equipos de proceso y auxiliares (en el anexo 5.2 se agrega el plano del arreglo general de la estación de servicio):

TABLA 26. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES EQUIPOS PROCESO Y AUXILIARES.

Equipo	Nomenclatura del Equipo	Características y Capacidad	Especificaciones	Vida Útil (indicada por fabricante)	Tiempo Estimado de Uso	Localización dentro del arreglo general de la planta
Filtro	1.1	Filtro con estampado ASME Capacidad operativa máx actual. de 86,400 m <sup>3</sup> /día	Acero al carbón con diámetro de 6"	10 años con cambio y mantenimiento de medio filtrante	4 años	En Estación de Regulación y Medición
Reguladores de Presión	1.2	Regulador Capacidad operativa máx actual. de 86,400 m <sup>3</sup> /día	Acero al carbón con diámetro de 6"	15 años con mantenimiento	4 años	En Estación de Regulación y Medición
Medidor de Gas	1.3	Medición Capacidad operativa máx actual. de 86,400 m <sup>3</sup> /día	Acero al carbón con diámetro de 6" Con corrector de presión y temperatura	15 años con mantenimiento	4 años	En Estación de Regulación y Medición
Válvula de Control	1.4	Válvula de bola/compuerta Capacidad operativa máx actual. de 86,400 m <sup>3</sup> /día	Acero al carbón con diámetro de 6" Con monitoreo remoto	15 a 20 años	4 años	En Estación de Regulación y Medición
Secador	2.1	Capacidad operativa máx actual. de 86,400 m <sup>3</sup> /día		15 años con mantenimiento	4 años	En Recinto de compresión
Panel de Prioridades	2.2	Panel eléctrico con monitoreo de variables Capacidad operativa máx actual. de 86,400 m <sup>3</sup> /día	Funcionamiento con tubería de acero inoxidable en sus conexiones.	15 años con mantenimiento	4 años	En Recinto de compresión
Compresores	3	Compresores Eléctricos 2 capacidad de 1,128 m <sup>3</sup> /hr 2 capacidad de 1,409 m <sup>3</sup> /hr	Compresores eléctricos IMW	15 años con mantenimiento y limpieza	4 años	En Recinto de compresión
Almacenamiento	4	Sistema de cascada Capacidad máxima de 4,000 L de agua	Sistema de cascada con 16 recipientes cada una (dos cascadas)	15 años	4 años	En Recinto de compresión
Dispensadores de Gas Natural	5	Dispensadores con estructura metálica Capacidad de cada dispensador de 600 m <sup>3</sup> /hr	Dispensadores con manguera de despacho NGV1	10 a 15 años	4 años	En área de dispensadores
Subestación Eléctrica	6.1	Subestación de tipo caseta, con transformador de 1,000 kVA	Cuenta con transformador, tableros, interruptores	15 a 20 años	4 años	En área eléctrica

- **NOTA:** En tema de hidrocarburos, el fabricante no menciona una vida útil precisa, ya que la misma depende de la periodicidad del uso y mantenimiento que se le dé, con base en heurística y personal de operación se refleja la vida útil, aunque se puede alargar o disminuir.

V.7 Condiciones de operación. Anexar los diagramas de flujo, indicando la siguiente información

V.7.1 Balance de Materia

V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación

V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso

A continuación, se muestran los diagramas de flujo y al final de estos se anexa una tabla donde se muestra el balance de materia, así como las temperaturas y presiones de diseño y operación, de igual forma el estado físico de las diversas corrientes del proceso

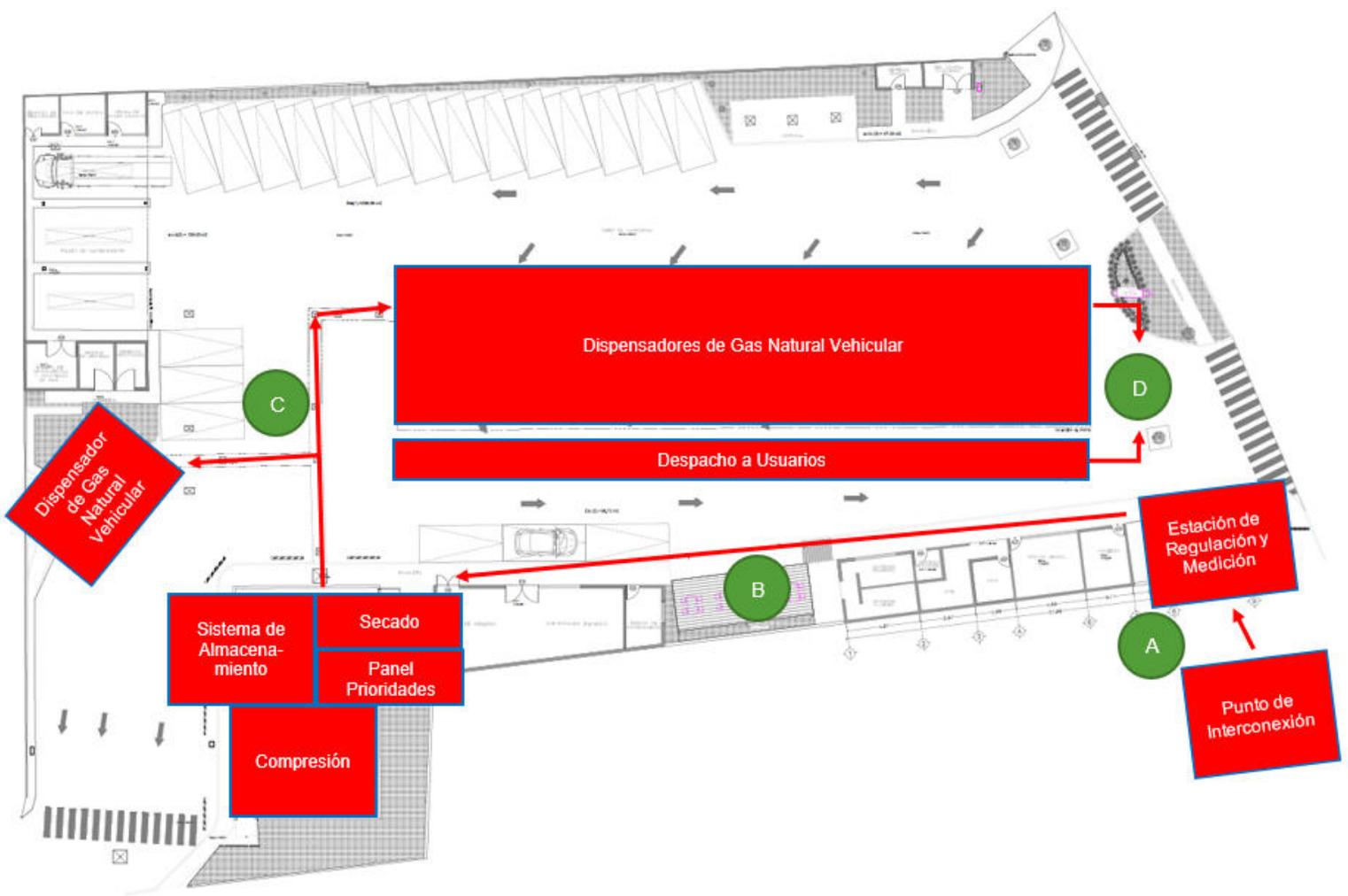


FIGURA 42. DIAGRAMA DE FLUJO.

TABLA 27 BALANCE DE MATERIA Y CONDICIONES DE OPERACIÓN/DISEÑO DE LA EDS

Nodo	Descripción	Estado físico de las corrientes	Temperatura de diseño (°C)	Temperatura de Operación (°C)	Presión de Diseño (bar/psig)	Presión de Operación (bar/psig)	Flujo máx. operativo actual (m³/hr)
A	Del punto de interconexión a la Estación de Regulación y Medición	Gas	5 a 50	21	10.5 / 152.3	7 / 101.5	86,400
B	De la Estación de Regulación y Medición a la succión de la compresión	Gas	5 a 50	21	10.5 / 152.3	7 / 101.5	86,400
C	De la descarga de la compresión (o almacenamiento) a dispensadores	Gas	-5 a 50	35	290 / 4,200	250 / 3,625	86,400
D	De cualquier dispensador a despacho a usuarios	Gas	-5 a 50	35	290 / 4,200	207 / 3000	600

### V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes)

Debido a que el gas natural siempre fluirá a través de la estación de servicio en alguna de sus etapas, el proceso de podría considerar continuo, sin embargo, la operación de los dispensadores y compresores se da acorde a la demanda que se presente durante el día, por lo que por momentos se podría estar operando en un régimen batch (por lotes).

V.9 Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y la simbología correspondiente.

A continuación, se muestran unas capturas de pantalla, sin embargo, en el Anexo 5.3 se agrega el DTI de la Estación de Servicio en todas sus etapas.

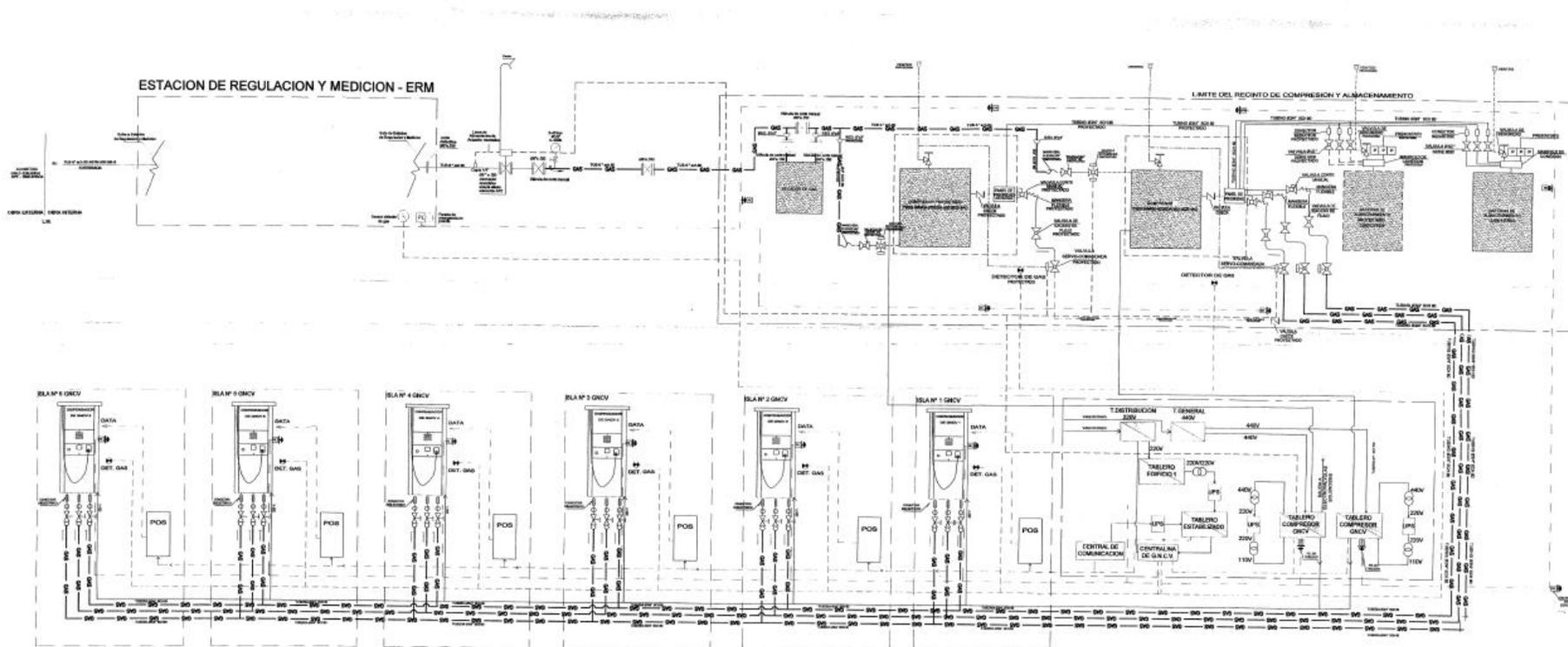


FIGURA 43. DTI DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO.

## VI. Análisis y Evaluación de Riesgo

VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.

Con el fin de tener una mayor certidumbre, para esta punto se llevará a cabo una identificación preliminar de posibles riesgos a partir de los siguientes métodos:

Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones Similares.

El análisis histórico de accidentes es un método del tipo cualitativo, el cual consiste en estudiar algunas estadísticas de accidentes importantes registrados en el pasado en sistemas similares o con productos idénticos o de la misma naturaleza. Se basa en informaciones de procedencia diversa:

- Bibliografía especializada (publicaciones periódicas y libros de consulta).
- Bancos de datos de accidentes informatizados (tal es el caso de la información proporcionada por la Dirección General de Protección Civil, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente).
- Registro de accidentes de la propia empresa, de asociaciones empresariales o de las autoridades competentes.
- Informes o peritajes realizados normalmente sobre los accidentes más importantes.

Como adicional se llevará a cabo la metodología cuantitativa, en específico el índice Mond, con el fin de conocer el riesgo de la Estación de Servicio como un solo nodo. Es un índice de riesgo se basa en la asignación de penalizaciones y/o bonificaciones a diferentes áreas e instalaciones de un proyecto, las penalizaciones son asignadas en función de las sustancias presentes y las condiciones de proceso, las bonificaciones toman en cuenta las medidas de seguridad que pueden mitigar o prevenir efectos adversos a la operación de la instalación.

La aplicación del método es iterativa, por cuanto en primer lugar se divide la instalación objeto de estudio en unidades de proceso, se describen los materiales determinantes en el riesgo y se evalúa el peor caso; una vez obtenido el resultado, se corrige con la modificación de los índices más determinantes (si ello es razonable) y por último se modifican los valores obtenidos mediante la aplicación de unos factores correctores que tienen en consideración aquellos aspectos que minimizan el riesgo. A todos estos valores se les asigna un valor numérico de acuerdo con lo señalado por la metodología y posteriormente se calcula el Factor de Riesgo Global, el cual señala el riesgo integral que representa el proyecto, tanto con los índices del sistema planteados sin ninguna medida de prevención y/o seguridad como del sistema al considerar los índices de reducción.

### **Antecedentes de Accidentes e Incidentes**

El ámbito de aplicación de esta metodología observa una utilidad, principalmente, para el establecimiento de posibles riesgos en un sistema como el que manejamos en el proyecto; además, sirve para hacer una aproximación cuantitativa de la frecuencia de determinados tipos de accidentes, en caso de disponerse de una base estadística suficientemente representativa.

La principal ventaja en el uso de esta metodología de análisis de riesgo ambiental es que el establecimiento de una hipótesis de accidentes se basa en casos reales. De esa forma, a continuación, se procede al planteamiento y desarrollo del análisis histórico de accidentes, tomando como marco de referencia los siniestros acontecidos tanto internacional como nacionalmente, conforme los siguientes puntos:

Cabe mencionar que no hay una base de datos o noticias sobre accidentes y/o incidentes en alguna Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular, la tecnología es relativamente nueva en el mercado nacional, por lo que este punto se ataca en percances o eventos que se hayan registrado con la sustancia: Gas Natural.

### **Marco General.**

Las actividades petroleras como el transporte o manejo de sustancias como el gas natural, en todo proceso industrial que esta intervenga tiene cierto margen de riesgo que puede estar vinculado a manifestaciones de eventos no deseados como incendios o explosiones (derivados de fugas e ignición) y otros factores como los siguientes:

- a) Inadecuado control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación tales como bridas, empaques en válvulas y en los puntos de inicio y final.
- b) La frecuencia, continuidad y características de los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo.
- c) La eficiencia y rapidez de respuesta para el control de emergencias, de acuerdo con los planes de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

En lo referente al control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación, esto representa para el proyecto en estudio un abatimiento del nivel de riesgo muy importante, debido a que la mayor parte de los materiales manejados en la industria de hidrocarburos, han demostrado cumplir con los estándares de calidad más importantes establecidos por la International Standard Organization (ISO), lo que generalmente resulta en nulas fallas en materiales y equipos de operación.

Debido a que Combustibles Ecológicos Mexicanos opera este sistema, esta atento a realizar con frecuencia, y continuidad los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo, así como una oportuna y eficaz atención y respuesta para el control de emergencias a partir de la implementación de programas de Seguridad Industrial y Protección Ambiental y/o con la adopción de estándares de calidad cada vez más exigentes; sin embargo, pudieran persistir problemas, aunque en pequeña proporción, lo que provoca que existan factores extrínsecos a las labores y actividades de operación que pudieran derivar en problemas de accidentes.

A pesar de que la industria petrolera tiene un registro de accidentes inferior al de otras actividades industriales, ésta es considerada de alto riesgo. Para el caso de México, los accidentes con gas natural han ocurrido en su mayoría en gasoductos, dichos eventos pusieron de manifiesto el alto

grado de consecuencias derivadas de las manifestaciones del riesgo implícito que lleva la operación y manejo de sistemas que contienen el combustible mencionado.

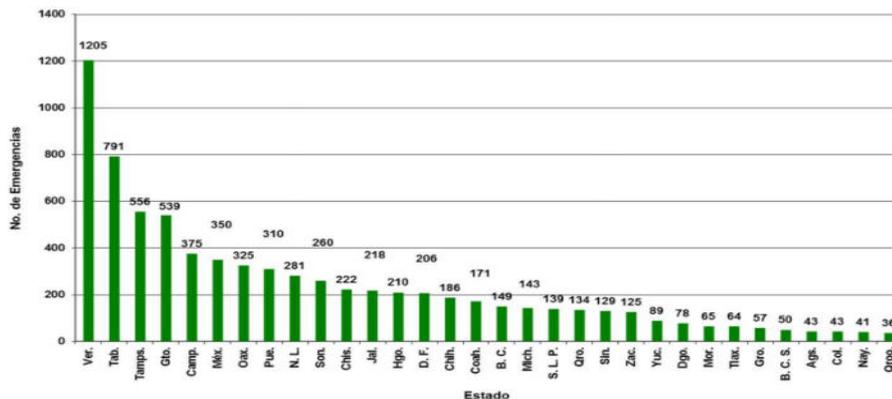
**Estadística General de Accidentes:**

Conforme datos publicados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en su página electrónica de internet (www.profepa.gob.mx), el análisis estatal y anual de accidentes en la República Mexicana, para el período 2000 - 2014, presenta la siguiente estadística:

**TABLA 28. EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA.**

Estado	Año														Total		Acumulado	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Eventos	%	(%)
Veracruz	143	83	73	94	118	85	63	65	44	46	45	57	90	76	123	1205	15.88	15.88
Tabasco	98	93	92	60	65	63	46	59	26	29	9	12	20	24	95	791	10.42	26.30
Tamaulipas	10	33	30	41	44	32	44	44	58	36	23	22	34	42	63	556	7.33	33.62
Guanajuato	31	34	6	14	6	9	11	16	24	26	25	14	33	53	237	539	7.10	40.72
Campeche	39	41	41	48	116	38	5	10	2	4	2	6	6	5	12	375	4.94	45.67
México	25	19	19	21	8	23	15	11	14	12	21	17	35	51	59	350	4.61	50.28
Oaxaca	18	19	17	19	18	23	29	22	24	19	16	21	30	21	29	325	4.28	54.56
Puebla	12	16	20	30	11	19	8	7	7	22	20	28	25	23	62	310	4.08	58.64
Nuevo Leon	18	21	25	4	7	5	16	9	14	20	25	24	30	28	35	281	3.70	62.35
Sonora	13	15	4	6	13	15	10	18	12	4	9	20	55	29	37	260	3.43	65.77
Chiapas	21	21	32	20	13	21	13	18	14	12	8	4	13	3	9	222	2.92	68.70
Jalisco	19	8	5	8	2	13	11	11	7	11	18	13	30	24	38	218	2.87	71.57
Hidalgo	22	20	13	8	8	11	8	7	9	9	8	16	17	22	32	210	2.77	74.33
Distrito Federal	14	3	4	7	16	19	11	9	6	12	9	13	15	34	34	206	2.71	77.05
Chihuahua	4	8	3	0	1	6	13	13	12	8	10	20	24	29	35	186	2.45	79.50
Coahuila	25	19	12	9	7	6	7	5	6	14	8	18	15	10	10	171	2.25	81.75
Baja California	7	10	10	2	2	4	5	11	2	6	7	20	23	23	17	149	1.96	83.72
Michoacán	11	14	13	11	7	3	7	6	6	6	12	9	15	10	13	143	1.88	85.60
San Luis Potosi	11	16	17	13	2	17	2	8	7	7	5	9	8	8	9	139	1.83	87.43
Querétaro	9	3	5	6	6	1	6	9	7	11	10	11	13	10	27	134	1.77	89.20
Sinaloa	6	5	9	3	2	2	2	5	4	3	4	13	16	21	34	129	1.70	90.90
Zacatecas	2	4	3	3	1	8	4	10	5	9	15	11	15	13	22	125	1.65	92.54
Yucatán	3	5	2	7	7	2	4	5	6	7	4	8	13	8	8	89	1.17	93.72
Durango	5	10	4	3	5	9	1	9	4	0	3	4	8	5	8	78	1.03	94.74
Morelos	8	1	1	2	5	1	4	4	5	7	4	5	4	8	6	65	0.86	95.60
Tlaxcala	6	7	1	0	1	6	4	4	1	2	1	8	7	6	10	64	0.84	96.44
Guerrero	2	3	0	5	4	2	2	1	6	7	3	8	3	5	6	57	0.75	97.19
Baja California Sur	0	5	0	3	0	0	0	1	6	4	7	8	6	6	4	50	0.66	97.85
Aguascalientes	4	5	3	1	1	1	1	0	3	8	3	2	2	2	7	43	0.57	98.42
Colima	2	0	2	2	4	4	4	2	4	5	1	0	3	2	8	43	0.57	98.99
Nayarit	5	3	1	4	0	4	3	3	2	0	0	3	5	3	5	41	0.54	99.53
Quintana Roo	3	0	3	0	2	3	3	3	3	2	4	2	5	2	1	36	0.47	100.00
<b>Total</b>	<b>596</b>	<b>544</b>	<b>470</b>	<b>454</b>	<b>502</b>	<b>455</b>	<b>362</b>	<b>405</b>	<b>350</b>	<b>368</b>	<b>339</b>	<b>426</b>	<b>618</b>	<b>606</b>	<b>1095</b>	<b>7590</b>	<b>100.00</b>	
<b>Eventos / Día</b>	<b>1.63</b>	<b>1.49</b>	<b>1.29</b>	<b>1.24</b>	<b>1.38</b>	<b>1.25</b>	<b>0.99</b>	<b>1.11</b>	<b>0.96</b>	<b>1.01</b>	<b>0.93</b>	<b>1.17</b>	<b>1.69</b>	<b>1.66</b>	<b>3.00</b>	<b>1.39</b>		

Puede observarse que la Ciudad de México, se encuentra registrado en la 6ª posición con respecto a la incidencia de accidentes y los años con más eventos (35 – 59) fueron desde 2012 a 2014.



**FIGURA 44. EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA.**

De los accidentes reportados, en el período 1998 – 2009, la PROFEPA establece que las principales sustancias involucradas, son:

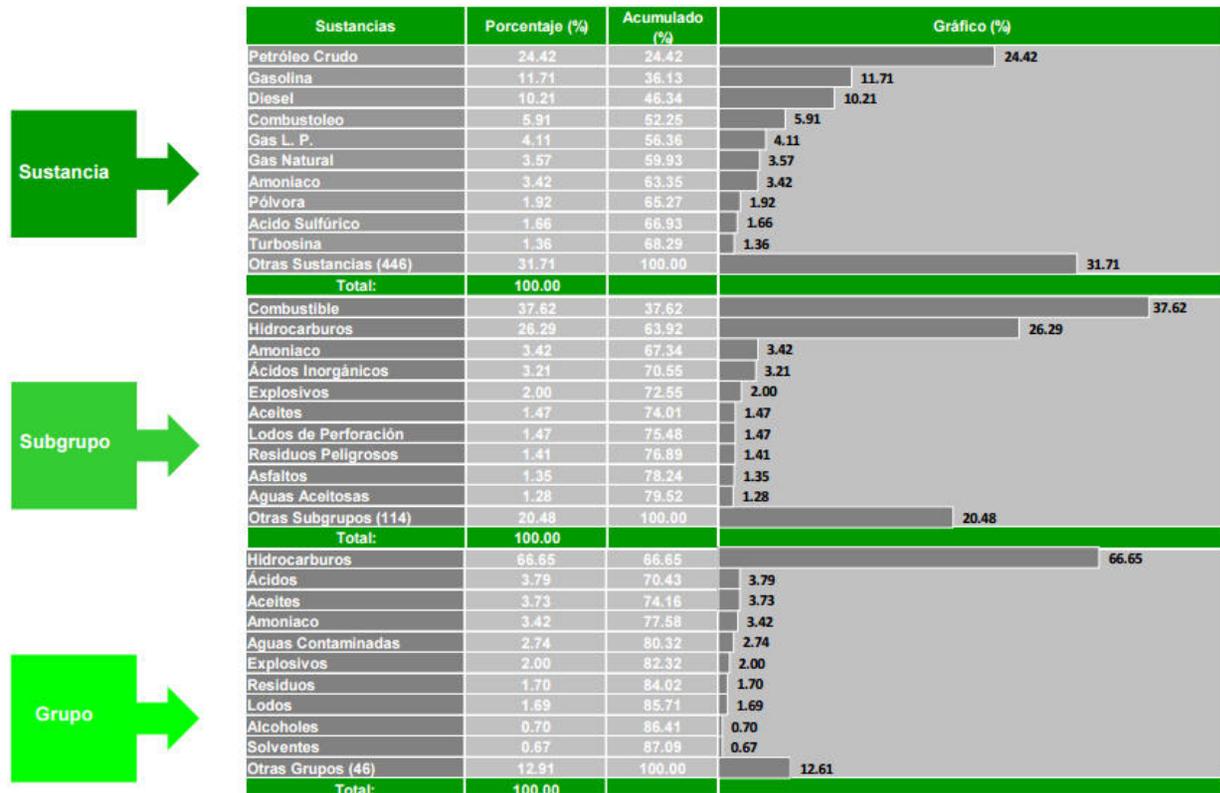
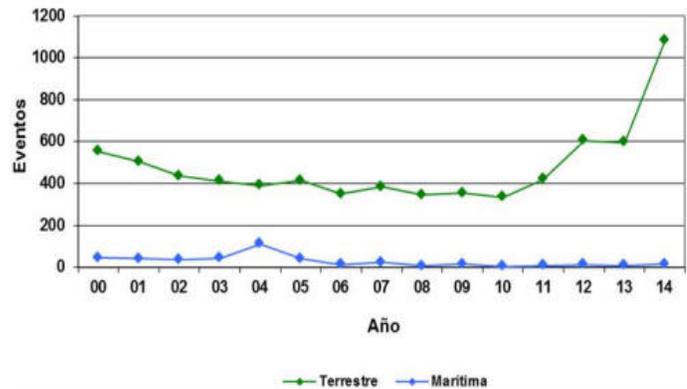


FIGURA 45. SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EMERGENCIAS.

A este respecto, se puede apreciar que el Gas Natural se encuentra situado como una de las sustancias reportadas con menor frecuencia en los accidentes analizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Esta sustancia se relaciona con un 3.57 % de los accidentes ocurridos en la República Mexicana (para el período 1998 - 2009).

Por otra parte, para el período señalado entre 2000 y 2014, los accidentes reportados en el país se han presentado mayoritariamente en actividades de transporte, conforme se establece enseguida:

Año	Número de Eventos	Localización			
		Terrestre		Marítima	
		No.	%	No.	%
2000	596	552	92.6	44	7.4
2001	544	503	92.5	41	7.5
2002	470	435	92.6	35	7.4
2003	464	411	90.5	43	9.5
2004	502	390	77.7	112	22.3
2005	465	414	91.0	41	9.0
2006	382	349	96.4	13	3.6
2007	405	383	94.6	22	5.4
2008	350	344	98.3	6	1.7
2009	368	354	96.2	14	3.8
2010	339	335	98.8	4	1.2
2011	426	419	98.4	7	1.6
2012	618	605	97.9	13	2.1
2013	606	597		9	
2014	1095	1080	98.8	15	1.4
<b>Total:</b>	<b>7690</b>	<b>7171</b>	<b>94.5</b>	<b>419</b>	<b>5.5</b>



Año	Número de Eventos	Tipo									
		Fuga		Derrame		Explosión		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	48	7.7	483	81.0	28	4.6	35	5.9	6	1.0
2001	544	60	9.2	455	83.6	14	2.5	21	3.9	4	0.7
2002	470	22	4.7	403	85.7	16	2.6	27	5.7	3	0.6
2003	454	22	4.8	385	84.8	18	3.2	21	4.6	8	1.8
2004	502	29	5.8	445	88.6	10	1.9	18	3.6	0	0.0
2005	455	51	11.2	338	74.3	28	4.9	38	8.4	0	0.0
2006	362	51	14.1	251	69.3	31	5.5	29	8.0	0	0.0
2007	405	54	13.3	292	72.1	25	4.4	34	8.4	0	0.0
2008	350	54	15.4	249	71.1	16	2.8	30	8.6	1	0.3
2009	368	67	18.2	245	66.6	22	3.9	34	9.2	0	0.0
2010	339	44	13.0	228	67.3	33	5.8	34	10.0	0	0.0
2011	426	65	15.3	273	64.1	50	8.8	36	8.5	2	0.5
2012	618	87	14.1	408	66.0	66	11.6	51	8.3	6	1.0
2013	606	102	16.8	384	63.4	70	12.3	44	7.3	6	1.0
2014	1095	139	12.7	819	74.8	51	9.0	83	7.6	3	0.3
<b>Total:</b>	<b>7590</b>	<b>883</b>	<b>11.6</b>	<b>5658</b>	<b>74.5</b>	<b>475</b>	<b>6.3</b>	<b>535</b>	<b>7.0</b>	<b>39</b>	<b>0.5</b>

FIGURA 46. EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA (PERÍODO 2000-2014) NÚMERO, LOCALIZACIÓN Y TIPO DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA.

Observando los datos anteriores, se verifica una amplia preponderancia de accidentes relacionados con el transporte de sustancias peligrosas por medio de ductos, aunque se debe señalar que no necesariamente son por falta de medidas precautorias del responsable de este medio, puesto que es sabido que los ductos son sujetos a allanamientos para el robo de combustibles ó dañados por causa de obras que no respetan los distanciamientos y condiciones de seguridad establecidos por la normatividad correspondiente.

Otro aspecto relacionado con la estadística de accidentes en México tiene referencia a la localización de los siniestros y el tipo de estos, conforme se muestra a continuación:

Año	Número de Eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	23.8	422	70.8	32	5.4
2001	544	112	20.6	406	74.6	26	4.8
2002	470	112	23.8	339	72.1	19	4.0
2003	454	126	27.8	304	67.0	24	5.3
2004	502	200	39.8	280	55.8	22	4.4
2005	455	139	30.5	279	61.3	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	405	98	24.2	268	66.2	39	9.6
2008	350	83	23.7	217	62.0	50	14.3
2009	368	138	37.5	219	59.5	11	3.0
2010	339	84	24.8	229	67.6	26	7.7
2011	426	109	25.6	271	63.6	46	10.8
2012	618	127	20.6	402	65.0	89	14.4
2013	606	118	19.5	394	65.0	94	15.5
2014	1095	155	14.2	837	76.4	103	9.4
<b>Total:</b>	<b>7590</b>	<b>1841</b>	<b>24.3</b>	<b>5086</b>	<b>67.0</b>	<b>663</b>	<b>8.7</b>

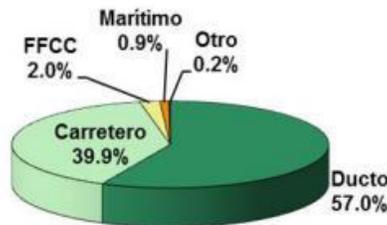
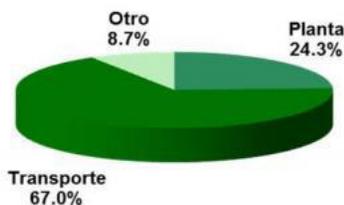
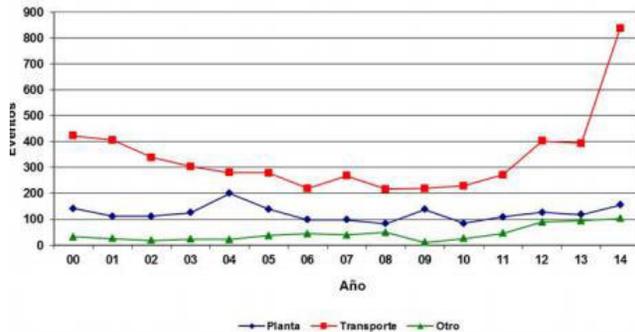
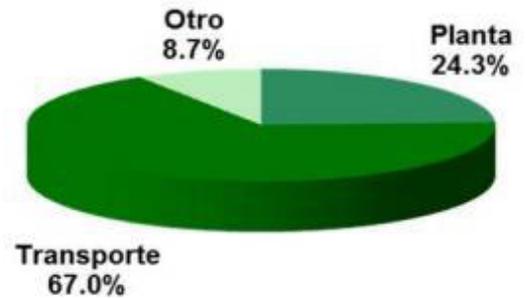


FIGURA 47. EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA (PERÍODO 2000 – 2014) NÚMERO, UBICACIÓN Y MEDIO DE TRANSPORTE DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA.

Año	Número de Eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	23.8	422	70.8	32	5.4
2001	544	112	20.6	406	74.6	26	4.8
2002	470	112	23.8	339	72.1	19	4.0
2003	454	126	27.8	304	67.0	24	5.3
2004	502	200	39.8	280	55.8	22	4.4
2005	455	139	30.5	279	61.3	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	405	98	24.2	268	66.2	39	9.6
2008	350	83	23.7	217	62.0	50	14.3
2009	368	138	37.5	219	59.5	11	3.0
2010	339	84	24.8	229	67.6	26	7.7
2011	426	109	25.6	271	63.6	46	10.8
2012	618	127	20.6	402	65.0	89	14.4
2013	606	118	19.5	394	65.0	94	15.5
2014	1095	155	14.2	837	76.4	103	9.4
<b>Total:</b>	<b>7590</b>	<b>1841</b>	<b>24.3</b>	<b>5086</b>	<b>67.0</b>	<b>663</b>	<b>8.7</b>



De la información anterior, se desprende que la localización de accidentes en la República Mexicana se presenta en número superior en forma terrestre; sin embargo, esto no quiere decir que sean los que mayor daño provoquen al ambiente, dado que gran parte de los siniestros acontecidos en el medio marítimo han tenido consecuencias catastróficas sobre los recursos bióticos, principalmente en los marinos, por tratarse de sistemas muy frágiles.

Así también, se puede apreciar que el mayor número de eventos analizados por la PROFEPA en el período 2000 – 2014, se vincula con fugas o derrames, lo cual tiene relación directa con el tipo de sustancias principales ligadas con accidentes, mencionadas anteriormente, destacando el petróleo, la gasolina, el Diesel, el combustóleo, el amoníaco y el Gas L.P.

a) Alcance de los daños causados

Anteriormente, en el reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, se establecieron de forma particular los daños provocados por cada uno de los accidentes registrados. De manera complementaria, a continuación, se establece una relación general entre el número de emergencia y personas afectadas en accidentes ocurridos en el país, durante el período 1993 – 2009:

AÑO	NO. DE EMERGENCIAS	AFECTADOS	AFECTADOS/ EMERGENCIA	EMERGENCIAS POR DIA	AFECTADOS POR DIA
1993	157	1,653	10.53	0.43	4.53
1994	416	667	1.60	1.14	1.83
1995	547	13,044	23.85	1.50	35.74
1996	587	18,190	30.99	1.61	49.84
1997	632	10,323	16.33	1.73	28.28
1998	538	7,792	14.48	1.47	21.35
1999	469	12,772	27.23	1.28	34.99
2000	470	16,390	34.87	1.29	44.90
2001	565	7,151	12.66	1.55	19.59
2002	470	13,881	29.53	1.29	38.03
2003	457	13,807	30.21	1.25	37.83
2004	503	23,197	46.12	1.38	63.55
2005	456	26,682	65.09	1.25	81.32
2006	362	4,932	13.62	0.99	13.51
2007	403	32,923	81.69	1.10	90.20
2008	349	11,141	31.92	0.96	30.52
2009	370	9,035	24.42	1.01	24.75
<b>TOTAL</b>	<b>7998</b>	<b>241,785</b>			
<b>PROM.</b>	<b>470.47</b>	<b>14,222.65</b>	<b>30.23</b>	<b>1.29</b>	<b>38.97</b>

FIGURA 48. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DAÑOS A LA POBLACIÓN OCASIONADOS POR LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES.

**Atención y Seguimiento de Emergencias Ambientales Año 2017**

La PROFEPA cuenta con el Centro de Orientación para la Atención a Emergencias Ambientales (COATEA). En el año 2017 se recibieron 652 notificaciones sobre la ocurrencia de emergencias ambientales, de las cuales 258 fueron provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias químicas, 124 por explosiones, 106 por fugas, 152 por incendios en las instalaciones y 12 por otras causas. Del total de las emergencias ambientales notificadas, se instauraron los procedimientos administrativos correspondientes en los sitios con afectación mayor a un metro cúbico para verificar la restauración de las áreas afectadas y evitar impactos ambientales adversos, en los casos competencia de la Procuraduría.

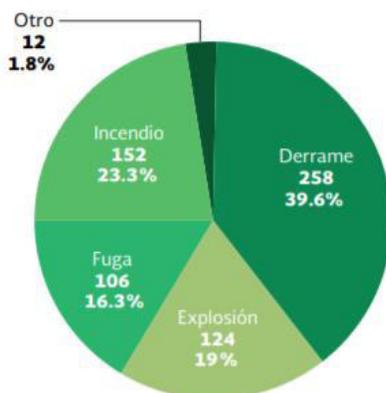


FIGURA 49. EMERGENCIAS NOTIFICADAS EN 2017: TOTAL DE EMERGENCIAS 652.

Del total de emergencias, la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) atendió 262 casos y la PROFEPA 390.



FIGURA 50. EMERGENCIAS NOTIFICADAS EN 2017.

La información relacionada con la ocurrencia y seguimiento de emergencias ambientales asociadas con el manejo de sustancias químicas se ha registrado desde la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en 1992. Con estas acciones de inspección y vigilancia la institución busca minimizar los riesgos a la población y al ambiente ocasionados por las sustancias químicas liberadas durante la ocurrencia de emergencias.

#### b) Identificación de las Causas de los Accidentes

##### **Errores humanos**

Los errores humanos se originan por un sin número de causas y que no son necesariamente atribuibles a los operadores, ya que la organización o bien las condiciones del centro de trabajo, influyen en gran medida.

El error humano incluye actitudes o prácticas incorrectas (inseguras) que originan como consecuencia que una persona no logre el objetivo o propósito deseado, esto es, por omisiones, acciones equivocadas o insuficiencia en los requerimientos de ejecución.

El origen de los errores humanos presenta diversas vertientes, destacando:

- Administración inadecuada.
- Distracción o fatiga.
- Falta de concentración o de memoria.
- Negligencia.
- Fallas personales por falta de o entrenamiento inadecuado.
- Secuencia indebida en la operación por deficiencias en el entrenamiento (incluye la falta de evaluación de operarios).
- Interrupción de operaciones en un momento no pertinente, por capacitación deficiente o negligencia.
- Condiciones ambientales relacionadas con la empresa.

De hecho, durante el análisis de los accidentes ocurridos en las diferentes instalaciones, el ambiente de trabajo es, probablemente, el factor que más contribuye a la causa de errores humanos, debido a que si los señalamientos o la presentación de información no resultan claros y evidentes, el acceso a los dispositivos de seguridad es complicado, o si las áreas operativas son reducidas, demasiado calientes o frías, o no existe una disposición ordenada, es muy alta la probabilidad de que los operadores cometan faltas.

Otro factor que es motivo de causa de accidentes por error humano, se refiere a los hábitos de trabajo inadecuados, incluyéndose deficientes prácticas de trabajo para llevar a cabo la producción,

suministro o trasiego de combustibles, manejo de vehículos utilitarios (implicando el provocar rotura de tuberías y daño a instrumentos que manejan sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos), realización de actividades de mantenimiento (reparaciones improvisadas o mal realizadas) y aplicación de medidas de control y protección de riesgos (instalación y ubicación deficiente de equipos y dispositivos contra incendio).

En cuanto a la administración, una situación de riesgo se induce por acostumbrar operaciones sin tener recordatorios, mediante capacitación o campañas de seguridad continuas, referentes a las condiciones de riesgo específicas en el centro de trabajo.

### ***Fallo de equipos***

Algunas de las fallas más frecuentes, ligadas con la generación de accidentes, son:

- Operación de equipos e instalaciones obsoletas y en malas condiciones.
- Falta de inspección y de mantenimiento de equipos y accesorios, con lo que pueden presentar fracturas u orificios originados por corrosión en elementos metálicos. A este respecto, se incluyen las fallas o accidentes mecánicos producidos en equipos de proceso por desgaste o mala operación, lo cual puede debilitar las instalaciones de ocasionando eventos de riesgo.
- Instalación inadecuada de válvulas y demás accesorios de seguridad en los sistemas operativos, referentes a procedimientos y selección de materiales deficientes.
- Defectuosa calidad en la manufactura de válvulas y accesorios de calidad.
- Fugas y derrames ocasionados por deficientes prácticas de mantenimiento (falta de procedimientos, instrumentos y personal calificado).
- Rotura de tuberías e instrumentos que manejen sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos utilitarios o de proveedores.
- Fugas y explosiones provocadas por incendios en áreas contiguas.
- Explosión por sobrepresión en recipientes de almacenamiento, rebasándose su presión de diseño y la de la prueba hidrostática, conjuntándose con la falta de disparo de la respectiva válvula de alivio.
- Reparaciones improvisadas o mal realizadas.

### ***Fallo de diseño o de proceso***

En este rubro, los factores que más inciden en la generación de accidentes son:

- Incumplimiento a la normatividad referente al diseño y construcción de instalaciones (incluye sistemas hidráulicos, eléctricos, sanitarios, de combustibles y de manejo de insumos).
- Falta de implementación de sistemas de seguridad y de apoyo de las áreas operativas.
- Falta de instrumentación o mal estado de la existente, para medición de condiciones de operación o de detección de condiciones inseguras o de riesgo.
- Falta de sistemas de alarma o de comunicación que ayuden a que se controle oportunamente cualquier riesgo inminente.
- Instalaciones eléctricas no pertinentes para ambientes explosivos, en su caso.
- Consideraciones inadecuadas de la capacidad necesarias para la operación de los equipos de proceso.

Algunos de los eventos ocurridos en México referentes al gas natural (específicamente transporte por ducto y plantas, ya que es la actividad con mayor afluencia de dicho combustible) se resumen en la tabla siguiente:

TABLA 29. EVENTOS OCURRIDOS EN MÉXICO.

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1978	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas y daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1992	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1984	Tabasco, México	Área de válvulas y ducto	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga en accesorio	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1998	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas y daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Veracruz, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2005	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2005	Veracruz, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2007	Guanajuato, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2011	Puebla, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Emisión de material	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2012	Tamaulipas, México	Planta de Gas	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Estado de México, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Oklahoma	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Texas	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Missouri	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2014	Nuevo León, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2015	Nuevo León, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Ruptura de tubería	Ruptura por máquina	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2015	CDMX, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga		Evento histórico (No se cuenta con la información)
2016	CDMX, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga		Evento histórico (No se cuenta con la información)

*Fuente: Elaboración propia.*

Históricamente, las tuberías son una de las formas más seguras para transportar hidrocarburos, incluyendo al gas natural. Sin embargo, la posibilidad de fuego o explosión existe aun cuando esto sea un evento extremadamente raro para cualquier tubería.

La Oficina para la Seguridad de las Tuberías (Office of Pipeline Safety) (OPS) del Departamento de Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (Department of Transport) (DOT), mantiene una de las bases de datos de incidentes en tuberías con gas natural más extensas.

Esta base de datos provee una visión de las causas y consecuencias de fallas en tuberías y accesorios.

El análisis de la base de datos revela que las causas de falla pueden ser ampliamente clasificadas en diferentes categorías:

- Defectos de construcción y/o materiales;
- Corrosión (interna y/o externa);
- Daño por fuerzas naturales (temblores, rayos, fuego, etc.);
- Fallas humanas durante la operación (falta de supervisión, mantenimiento o falta de capacitación).
- Daño por excavaciones por terceras partes;
- Fuerzas externas desconocidas;
- Otras.

La estación de servicio de gas natural es un sistema que utiliza los mejores materiales y avances tecnológicos para su operación y mantenimiento. Por tanto, la probabilidad de falla debería ser mucho menor que la estadística promedio. Aun cuando se presenten fugas accidentales de gas natural, no siempre se presenta fuego ni ocurre una explosión. Dichas categorías fueron compiladas a partir de datos de fallas en infraestructura para la transmisión de gas natural de información obtenida de la OPS. La tabla muestra la probabilidad relativa de diferentes causas respecto a todas las causas identificadas en el Reporte GRI del año 2001.

TABLA 30. DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LAS CAUSAS DE FALLAS 1985-1999.

Causas de Falla	Porcentaje
Defectos de construcción y/o materiales	24.0
Corrosión	21.0
Daño por fuerzas naturales	9.0
Daño por excavaciones por terceras partes	30.0
Fuerzas externas desconocidas	1.0
Desconocidas/Otras	16.0
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Nota:** Se excluyen incidentes asociados con tuberías, estaciones de compresión y estaciones de regulación/medición.  
Fuente: PRCI report, PR-218-9801, March 2001

Como se muestra en la tabla anterior, los defectos de construcción y/o materiales y corrosión son las causas más frecuentes de fallas en infraestructura de gas, representando el 45% de las fallas.

**Descripción y valoración de las medidas aplicadas y, si es posible, de las estudiadas para evitar la repetición del accidente.**

En referencia al reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, la medida coincidente aplicada por los respectivos involucrados en eventos de derrames fue la aplicación de bloqueo al flujo de la sustancia y limpieza de la zona afectada. En algunos casos fue posible la recuperación del producto.

De cualquier forma, todos los reportes de accidentes incurridos en instalaciones, al ser del conocimiento por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, requieren de una reevaluación de sus Estudios de Riesgo Ambiental, así como sus correspondientes Programas para la Prevención de Accidentes.

Particularmente para el proyecto de estudio, es necesario indicar que, entre las medidas establecidas para evitar la repetición de algunos accidentes registrados en la estadística nacional, se encuentra antes que todo, el hecho de que la ingeniería de la estación de servicio de Gas Natural fue diseñada y construida en estricto apego de las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Internacionales que apliquen; de igual forma se opera y mantiene con ese estricto apego. Bajo esta consideración, se determina que la estación cumplirá con los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se deben observar en el territorio nacional para esta clase de instalaciones.

En cuanto a la operación de la estación de servicio, se siguen un conjunto de procedimientos operativos previamente establecidos, encaminados a la prevención de accidentes y promoción de un desarrollo seguro de las labores.

Adicionalmente, se debe señalar que las condiciones de Operación y Mantenimiento de la estación, se sujetan a una evaluación del cumplimiento estricto con respecto a las especificaciones marcadas en la normatividad técnica vigente.

**Índice de Mond**

Toda la descripción de la metodología se encuentra en el Anexo 5.4. Los resultados de la aplicación de esta metodología se encuentran en el Anexo 5.5.

Resultado de lo anterior, se obtiene el índice Global de Riesgo (R) para los dos casos, las siguientes tablas resumen los resultados tabulados obtenidos a partir de cada sección de estudio, los cuales se estructuraron a partir de los reportes del “Índice de Mond” correspondientes.

TABLA 31. RESULTADOS ÍNDICES DEL SISTEMA.

Índice	Inicial	Valor	Categoría
Índice DOW Equivalente	<b>D</b>	201.10	Muy Catastrófico
Índice de Riesgo de Incendio	<b>F</b>	0.0055	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna	<b>E</b>	4.1	Alto
Índice de Riesgo de Explosión Aérea	<b>A</b>	11.91	Bajo
Índice Global de Riesgo	<b>R</b>	<b>243.39</b>	<b>Moderado</b>

TABLA 32. RESULTADOS ÍNDICES CON REDUCCIÓN.

Índice con Reducción	Inicial	Valor	Categoría
Índice DOW Equivalente Reducido	<b>D<sub>R</sub></b>	116.84	Extremo
Índice de Riesgo de Incendio Reducido	<b>F<sub>R</sub></b>	0.00201	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna Reducido	<b>E<sub>R</sub></b>	2.29	Bajo
Índice de Riesgo de Explosión Aérea Reducido	<b>A<sub>R</sub></b>	0.06	Ligero
Índice Global de Riesgo Reducido	<b>R<sub>R</sub></b>	<b>26.30</b>	<b>Bajo</b>

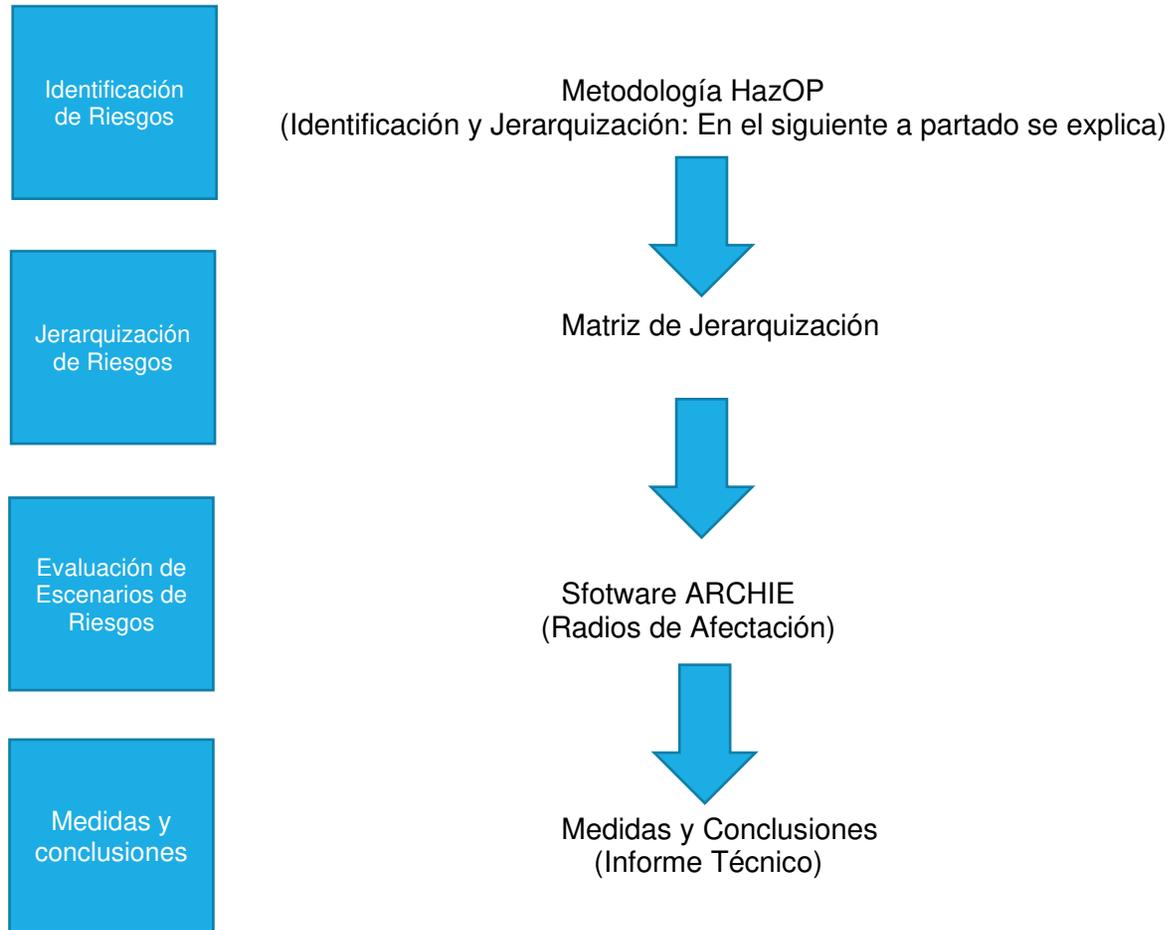
*Conclusión de análisis preliminar*

Al término del análisis preliminar de riesgos se puede observar que los principales riesgos son los siguientes por cada metodología ocupada:

- Antecedes de Accidentes e Incidentes: Se tuvo análisis que rodeaba al gas natural más no a las estaciones de servicio o de gas natural vehicular, debido a la prácticamente nula información de esta tecnología, y se tuvieron puntos que aplican a la estación, donde resaltan los principales riesgos:
  - Factor humano: Capacitación, errores, negligencias, descuidos, y maniobras.
  - Equipos: Inadecuados, mala calidad, mala instalación de los componentes, rotura de tuberías, mala selección en el diseño, supervisión y mantenimiento.
  - Diseño: Diseño equivoco, condiciones que rebasan las de diseño, falta de instrumentación o accesorios necesarios, falta de sistemas de seguridad, instalaciones que no son a prueba de explosión.
- Índice Mond: De esta metodología solo se obtuvo un riesgo cuantitativo general de la instalación, considerandolá como una sola instalación, el cual es categorizado como Bajo, debido a todas las bonificaciones que se dieron gracias a la salvaguardas, programa de contingencias y medidas con las que cuenta el sistema.

La primera metodología arroja parámetros identificados como focos de atención donde se pueden generar riesgos, se deben evaluar con más detalle y con métodos más robustos, con el fin de tener una identificación más puntual, jerarquizarlos y evaluarlos, con el fin de proponer las medidas adecuadas para tener el mínimo riesgo de la estación de servicio.

Tomando como base el análisis de riesgo preliminar se sugiere la utilización de las siguientes metodologías que se mencionan en el diagrama siguiente:



### c) Justificación de la metodología seleccionada

El número de metodologías para identificar y jerarquizar los riesgos ambientales se ha ido diversificando conforme la tecnología, generación y accesibilidad de información han ido mejorando, es por ello por lo que el primer aspecto a resolver es la elección del enfoque y método adecuados con base a las características particulares del proyecto y a la información base disponible.

En términos generales, los métodos existentes\*\*\*\*\* varían en nivel de complejidad y requieren de distintos tipos de datos, experiencia y herramientas tecnológicas; por lo tanto, producen diferentes niveles de precisión y certidumbre, sin embargo, en general dependen en buena parte de la experiencia del grupo de expertos quien realiza el estudio.

Con base en lo anterior, se consideró como mejor opción el uso de metodologías tales como los antecedentes de accidentes e incidentes, HAZOP, Matriz de jerarquización e Índice de Mond para

\*\*\*\*\* Por mencionar algunos: *Métodos ad hoc*, útiles cuando existen limitantes con respecto al tiempo e información, por lo que la evaluación depende casi en su totalidad en la opinión de los expertos. Los *Checklists* y *matrices* son adecuadas para organizar y presentar información; los *Métodos de Evaluación Rápida* son útiles para evaluar los impactos en sitios donde los cambios en los ecosistemas son acelerados; entre otros.

la identificación, descripción y jerarquización de riesgos, ya que permiten un procedimiento lógico, objetivo y presentan la información de manera clara y concisa, lo que permite describir los riesgos de acuerdo con las particularidades del proyecto. Mediante el uso de estas metodologías, es posible apreciar la afectación de cada riesgo, así como determinar las acciones más relevantes para cada uno de ellos.

### d) Criterios considerados para la evaluación de los Factores de Riesgo.

Para la evaluación de riesgo se consideraron las siguientes actividades dentro del proceso:

- Interconexión con red de distribución a Estación de Regulación y Medición
- De estación de Regulación y Medición a succión compresores
- De descarga compresores a dispensadores
- En despacho a usuario

Las variables de proceso que se aplicaron fueron:

- Flujo
- Mantenimiento
- Sistemas de Seguridad
- Administración
- Presión
- Temperatura
- Nivel.

## VI.2 Identificación de Riesgos

*Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo con las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, es necesario sustentarse técnicamente.*

*Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de la(s) metodología(s) empleada(s).*

*En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), considerar todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.*

*Para la jerarquización de Riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien, aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los volúmenes, condiciones de operación y/o características CRETI o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.*

Para este punto se seguirá el siguiente proceso:

1. Se determinarán los nodos a evaluar de la estación de servicio.

2. Se identificarán los riesgos de cada nodo con la metodología HazOp, dentro de la hoja de trabajo, viene una sección para evaluar cada riesgo de forma cualitativa y cuantitativa (abarcando dos metodologías en una sola hoja), lo cual nos da un preliminar sobre la jerarquización del riesgo.
3. Se jerarquizarán las causas que generarán de forma constante un riesgo y cual sería la consecuencia de esta causa por nodo, la conclusión de esta metodología nos dará la cantidad de riesgos por nodos que son tolerables y en caso de existir “no tolerables”, o “tolerales con revisión”.
4. Una vez que se tienen los riesgos y las causas más probables, se construyen los eventos, los cuales se evaluarán y modelarán en el software especializado.

### Definición de Nodos de la Estación de Servicio

**NOTA:** Es importante resaltar que aunque la estación de servicio cuente con varios pasos en su infraestructura desde la interconexión hasta el despacho a usuarios, la condición de flujo se mantiene a lo largo de su proceso, sin embargo, las condiciones de operación, en estricto la presión (ya que la temperatura se busca sea homogénea a lo largo del proceso y no afecta su variación de algunos grados en la distancia de afectación), varía su valor entre cada etapa principal (como puede observarse en la Tabla 6), por lo que los nodos se dividirán entre cada cambio de presión, más no por instrumentos o equipos ya que muchos de ellos sólo realizan acciones como medir, filtrar, secar o dar paso al combustible, sin alterarlo de alguna forma ni aunarlo o reducirle algún riesgo.

Como se ha mencionado, la EDS sufrirá una división de nodos con base en los cambios de presión, como se muestra a continuación:

- ✓ Nodo 1: Desde el punto de interconexión hasta la entrada a la Estación de Regulación y Medición (previo a regulación).
- ✓ Nodo 2: De la salida de la Estación de Regulación y Medición (posterior a regulación), hasta la succión de los compresores.
- ✓ Nodo 3: De la descarga de los compresores (o salida de almacenamiento) hasta la entrada a los dispensadores de gas natural.
- ✓ Nodo 4: Conexión para despacho a usuarios finales.

Cada nodo abarca las válvulas, tubería, mangueras y equipos que se encuentran en ese tramo. No se hacen nodos por equipos como filtro, medidor, secador, paneles, válvulas, etc, ya que en estos descritos, el gas solo fluye y su función es cortar el suministro del mismo, medirlo o filtrar las impurezas, más no hay un cambio en las condiciones de operación de dicho combustible, por otro lado los reguladores, compresores y/o dispensadores es donde se hace un cambio en la presión y que es la variable crítica en este tipo de sistemas.

En el Anexo 5.3 se muestra el siguiente DTI de la estación, a continuación se presenta el mismo donde se verifica la división de Nodos (En la figura 11 del Cap. V.7 se muestra un diagrama de flujo donde se puede visualizar de igual forma los nodos):



### **Metodología HazOp**

Esta técnica de análisis de riesgo cuestiona cada una de las partes críticas del proceso para descubrir desviaciones probables en éste, que pueden originar riesgos al personal, al proceso o a las instalaciones, a través del análisis sistemático de las causas y consecuencias de las desviaciones mediante “palabras guía”.

Para la hoja de trabajo propuesta, se propone que sea cualitativa y cuantitativa con el fin de cumplir con los requisitos de la guía, de forma cualitativa se verifican los posibles riesgos que afronta cada nodo de la estación, donde se observa desde la desviación, causa y consecuencias; en la parte cuantitativa se podrá verificar la frecuencia, exposición, consecuencia y magnitud de cada posible riesgo identificado, con esta hoja de trabajo del HazOp no solo se podrá identificar los riesgos, si no también jerarquizar.

De esa forma, a continuación, se muestra el desarrollo de las citadas metodologías, aplicada a la sustancia de interés:

Para su aplicación, se partió de considerar a todo el proyecto como un sistema; el cual se dividió en los nodos mencionados anteriormente, que fueron analizadas independientemente con la finalidad de detectar las posibles desviaciones que se pudieran presentar; así como sus causas, efectos y alcance; en función de las características de operación, del equipo involucrado, de los posibles factores externos y fenómenos naturales que pudieran influir en la desviación de su funcionamiento o condiciones normales.

Las “Desviaciones” son cambios que se presentan al propósito y puestas al descubierto por la aplicación sistemática de palabras claves (que pasa sí se reduce, sí se aumenta, sí se para, sí se arranca, sí se rompe, sí se descompone, etc.).

Las “Causas” son los motivos por los que se pueden presentar las desviaciones, cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

Las “Consecuencias” son los resultados que se obtendrían en caso de que se presentaran las desviaciones.

Posteriormente, en función de la cantidad de material peligroso manejado y como consecuencia del alcance de las consecuencias, de cada parte del sistema, se procedió a calificar la magnitud de las consecuencias de las posibles desviaciones de cada parte del sistema, la cual se da con el producto de la Probabilidad (P) por la Exposición (E) por las Consecuencias (C) y se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{MR = P \times E \times C}$$

También se calificó cada parte del sistema en cuanto a la probabilidad de ocurrencia de sus desviaciones, y por consiguiente de sus consecuencias, de acuerdo a los antecedentes de riesgo registrados y de la facilidad con que podrían ocurrir. Mediante los siguientes valores:

TABLA 33. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.

CALIFICACIÓN	
<b>PROBABILIDAD DE RIESGO</b>	
Virtualmente imposible (que prácticamente no ocurre)	0.1
Poco probable, pero posible (que puede ocurrir)	3.0
Muy probable (que puede ocurrir frecuentemente)	6.0
Altamente probable (que sí ocurre)	10.0
<b>FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN</b>	
Exposición mínima	0.1
Raro (unas pocas veces al año)	1.0
Ocasional (semanalmente)	3.0
Continuo (frecuente, diario)	10.0
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS</b>	
No graves (sin lesión alguna, casi nada de daño material)	0.5
Apenas graves (lesiones tratadas con primeros auxilios)	1.0
Seria (lesión incapacitante y daños materiales por un monto de 365 días de salario mínimo para el D.F.)	7.0
Desastre (de una a cinco defunciones y daños materiales por un monto de hasta 30 veces el salario mínimo anual para el D.F.)	40
Catástrofe (más de cinco defunciones y daños materiales por un monto mayor de 30 veces el salario mínimo anual para el D.F.)	100

Para esta metodología se consideraron los elementos identificados por los cuales se generan riesgos en los Antecedentes e Incidentes del análisis preliminar.

Resultado de la aplicación de dicha metodología se obtuvo una matriz con 11 columnas, correspondientes a la palabra guía/parámetro de ingeniería y proceso, desviación probable, causas posibles de desviación, consecuencia de la desviación, alcance de las consecuencias, valor de probabilidad, exposición, consecuencias y magnitud y finalmente la acción recomendada. La siguiente tabla ejemplifica la matriz resultante, la cual puede ser consultada de forma completa en el Anexo 5.6.

TABLA 34. EJEMPLO HOJA DE TRABAJO HAZOP.

PALABRA GUÍA / PARÁMETRO DE ING. Y PROCESO	DESVIACIÓN PROBABLE	CAUSAS POSIBLES DE DESVIACIÓN	CONSECUENCIAS DE LA DESVIACIÓN	ALCANCE DE LAS CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	EXPOSICIÓN	CONSECUENCIAS	MAGNITUD	ACCIÓN RECOMENDADA
<b>NODO 1. ENTRADA A ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN</b>									
NO  MANTENIMIENTO	1.1.- No se tiene un procedimiento ordenado de mantenimiento de tuberías y accesorios en la conexión y entrada a estación.	- Falta de revisión de sucesos que dañan en instalación.	- Baja probabilidad de fugas. - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes	- Daño a instalación (principalmente), daño a personal, daño atmosférico. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	3.0	1.0	9.0	Para esto es necesario programar y revisar el cumplimiento de mantenimiento correspondiente.
	1.2.- No se cuenta con un programa de revisión (fugas, corrosión, debilitamiento).	- Detección fuera de tiempo de corrosión y fractura en líneas de combustible.	- Fractura de material debido a debilitamiento. - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes debido a posibles fugas.	Daño a personal, instalación, daño a la atmósfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	1.0	7.0	2.1	Programar, supervisar y realizar el mantenimiento de tuberías, así como estar en constante supervisión de su estado.
	1.3.- No se cuenta con válvulas de corte de flujo a intervalos y en sitios estratégicos, para aislar para reparación de líneas.	- No se puede dar mantenimiento, y retraso del mismo, en la instalación	-Fractura de líneas por falta de reparación. - Fugas. -Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes	Daños a instalación. Posible daño a personal y atmósfera. Posible daño al exterior de la planta.	0.1	1.0	1.0	0.1	Es necesario realizar revisiones programando a su vez en una bitácora dicha revisión como evidencia.
	1.4.- Cuando se detecta una fuga, se soluciona únicamente ese problema, sin mayor inspección.	- Existencia de daño a línea o accesorio en conexión sin su detección oportuna.	-Fractura de material, por corrosión en algún otro punto -Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes, por fugas en algún otro punto	Daño de instalación, y personal. Daño a la atmósfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	1.0	1.0	3.0	Realizar la inspección correspondiente.
NO  FLUJO	1.5 Ausencia de flujo de gas natural	- Fallo de válvula de corte en la estación. O mala conexión	-Falta de combustible al usuario	Pero de equipos que necesiten el combustible. Muy posible paro de planta.	3.0	1.0	0.5	1.5	Apegarse a los manuales de procedimiento de los equipos y accesorios para una operación adecuada.
	1.6.- Fuga de gas en línea de llegada a estación	- Riesgo de formación de nubes y acúmulo de gas	- Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes.	Daños a personal, daños a caseta, muy probable al exterior. Daño al ambiente.	3.0	0.1	7.0	2.1	
<b>SUBTOTAL 2.1</b>					<b>15.1</b>	<b>6.1</b>	<b>23.5</b>	<b>17.8</b>	

Posteriormente, de la matriz anterior se identificaron **los casos o posibles fallos (eventos) más críticos** en cada uno de los tres nodos propuestos en el sistema y se jerarquizarán con la matriz de jerarquización más adelante mostrada.

Como resultado de lo anterior se obtuvo la siguiente tabla de resumen de resultados de la aplicación de la metodología HAZOP, donde se muestran los cuatro nodos de importancia (y con los cuales se trabajará todo el estudio) y su magnitud y probabilidad, tanto por nodo como por evento principal.

**TABLA 35 RESULTADOS FINALES HAZOP**

Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
1. Punto de Interconexión a Estación de Regulación y Medición (Previo a Regulación)	41.05	27.3
2. Salida de Estación de Regulación y Medición (Posterior a Regulación) a Succión de Compresores	29.4	18.5
3. Descarga de compresores (incluye almacenamiento y panel de prioridades) a dispensadores	190.0	18.2
4. Manguera de conexión (despacho a usuarios)	145.55	18.6

También se puede observar que después de identificar y jerarquizar los nodos con esta metodología, los posibles fallos que más riesgos atraen son los siguientes:

- Fuga de gas natural
- Fracturas de material
- Ausencia de flujo
- No mantenimiento
- No supervisión ni procedimientos
- Condiciones de operación excedidas
- No existe capacitación
- No existen sistemas ni atención a emergencias

Estos fallos se meterán a la matriz de jerarquización, con el fin de verificar por nodo cual es la consecuencia de cada uno y poder plantear escenarios de riesgo a modelar y evaluar.

También se pueden observar con esta metodología el nivel de Riesgo de Cada Nodo: Tolerable, Tolerable con Revisión, No Tolerable y/o ALARP (Tan Bajo como sea Razonablemente Posible).

### **Matriz de jerarquización de Riesgos**

Para realizar una jerarquización más visual de los riesgos involucrados en la Estación de Servicio de Gas Natural, se llevó a cabo la metodología de evaluación por una Matriz de Jerarquización. Mediante los puntos de riesgo establecidos con la metodología anterior, se condensó la información de cómo podrían suceder los riesgos en una matriz de jerarquización, la cual permite identificar los posibles escenarios a modelar.

Para la ejecución de esta metodología se clasifica el riesgo, la severidad y la ocurrencia de cada posible fallo, posteriormente éstos valores son interpolados y se determina el riesgo total de cada evento por nodo, éstos pueden clasificarse como riesgos altos, medio o bajo (no tolerables, ALARP, tolerables (con revisión/sin revisión de forma correspondiente). Para aplicar esta metodología se consideraron los siguientes fallos por nodo (resultantes del análisis HAZOP ya mencionados):

- Fuga de gas natural
- Fracturas de material
- Ausencia de flujo
- No mantenimiento
- No supervisión ni procedimientos
- Condiciones de operación excedidas
- No existe capacitación
- No existen sistemas ni atención a emergencias

Resultado de esta metodología se obtuvieron las siguientes cuatro matrices de jerarquización, una para cada nodo de interés. Los cuadros marcados en rojo corresponden a riesgos “Altos”, los naranjas a “Medio” y amarillos/verdes (Con revisión/sin revisión) a “Bajo”. El procedimiento de estas matrices se puede consultar en el Anexo 5.4, donde se muestra desde su introducción y desarrollo, los resultados se muestran a continuación:

\*Es importante mencionar que se consideraron las salvaguardas, dispositivos de seguridad y criterios de operación/mantenimiento, que se mencionaron con anterioridad con los que cuenta la estación de servicio de gas natural, con el fin de que la frecuencia sea lo más aproximado a la realidad, sin embargo, para la severidad no se consideran esperando el escenario más crítico y obtener los máximos daños posibles.

\*Los receptores de riesgo de estos nodos se podrán verificar en los siguientes puntos de este estudio y en el contenido del Resumen Ejecutivo, y que son derivados a partir de los radios de afectación por nodo.

**TABLA 36. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN EL NODO 1 (PUNTO DE INTERCONEXIÓN A ENTRADA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN).**

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
<b>Frecuente</b>				
<b>Probable</b>				
<b>Ocasional</b>			No Supervisión ni procedimientos  No existen sistemas ni atención a emergencias  No Mantenimiento	
<b>Remoto</b>			Fuga de Gas Natural  Fractura de Material  No existe capacitación	Ausencia de Gas Natural
<b>Improbable</b>		Condiciones de Operación Excedidas		

TABLA 37. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN EL NODO 2 (ENTRADA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN A SUCCIÓN DE COMPRESORES).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional				
Remoto			Fuga de Gas Natural  Fractura de Material  No existen sistemas ni atención a emergencias  No supervisión ni procedimientos  No Mantenimiento	Ausencia de Gas Natural  No existe capacitación
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

TABLA 38. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN EL NODO 3 (DESCARGA DE COMPRESORES A DISPENSADORES DE GAS NATURAL).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional				
Remoto		Fuga de Gas Natural  Fractura de material  No supervisión ni procedimientos	No existen sistemas de atención a emergencias  No existe capacitación  No mantenimiento	Ausencia de Gas Natural
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

**TABLA 39. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS EN EL NODO 4 (CONEXIÓN DE DESPACHO A USUARIOS FINALES).**

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional				
Remoto		Fuga de Gas Natural Fractura de material No supervisión ni procedimientos	No existen sistemas de atención a emergencias No existe capacitación No mantenimiento	Ausencia de Gas Natural
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados anteriores.

**TABLA 40. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS TOTALES POR NODO.**

Nodo	Nivel de Riesgo			
	No Tolerable	ALARP	Tolerable con Revisión	Tolerable
1	0	0	7	1
2	0	0	6	2
3	0	0	7	1
4	0	0	7	1

Como se puede observar el resumen de resultados es similar en los 4 nodos, sin embargo, no en el mismo nivel de severidad de los nodos 3 y 4 con los nodos 1 y 2, esto es debido a la presión que se maneja posterior a la compresión; por otra lado se puede verificar que ningún factor en ningún nodo cae en zonas “no tolerables” y esto es debido a diversos factores que influyen en esto, como las salvaguardas, filosofía de seguridad y operacional, así como los programas de contingencias que se tienen, estos hacen que la frecuencia disminuya de forma drástica, a pesar de tener una severidad crítica.

En conclusión, los nodos 3 y 4 son los que presentan mayores riesgos, esto debido a la severidad aunada a las condiciones donde se maneja la más alta presión. El nodo 1 es el siguiente nodo en presentar mayores riesgos, esto debido a que la custodia del mismo depende también de un tercero (el transportista Maxigas). En el nodo 2 localizamos el menor riesgo incluso mayor número de riesgos tolerables con revisión ya que la presión es muy manejable para los operadores, aunado a que no es un tramo tan amplio y la custodia es total por Combustibles Ecológicos Mexicanos.

Un punto a resaltar es que los riesgos asociados a Fuga de Gas Natural, Fracturas de material, y condiciones de operación excedidas, generan la severidad más crítica en los cuatro nodos, y esto debido a que son riesgos que podrían provocar nubes de gas y dardos de fuego sin importar la

presión en la que se encuentre, lo cual podría provocar daños al sistema y alguna herida a personal, sin embargo, los dispositivos de seguridad, filosofía operacional, entre otros factores, apoyan a disminuir la frecuencia como ya se comentó.

Sobre las condiciones de operación excedidas a pesar de tener una severidad crítica, se tiene el control desde el diseño de la estación (validado internamente), por lo que no se contempla presentar una modelación con esta causa debido a su improbabilidad de que suceda un riesgo por esta situación.

La fractura o daño al sistema, disminuye su frecuencia gracias a los programas que la empresa a desarrollado, así como la supervisión que se tendrá. Sumado a esto, las salvaguardas, dispositivos de seguridad y plan de contingencias, apoyados en los accesorios, principalmente válvulas de corte apoyan a disminuir de igual forma la frecuencia y en consecuencia el riesgo.

Por otra parte, todas las fallas anteriores que se ingresaron a la matriz, si ocurrieran como consecuencia se tendría una fractura de material o una mala instalación de los equipos, estas consecuencias a su vez darían pie a una fuga de gas natural.

Por lo que, la fractura o mala instalación se pueden dar en la tubería o algún accesorio a lo largo de la estación de servicio, y debido a ***esto los escenarios que se construirán son modelar fugas de combustible por orificios generados en accesorios o en algún tramo de tubería.***

NOTA: El tamaño de los orificios que se proponen en los escenarios, van en función del tamaño de las conexiones que se tienen (6" de acero al carbón en punto de interconexión; 6" en acero al carbón en ducto previo a succión de compresores; 3/4" en acero inoxidable para la descarga de compresores y 3/8" de la maguera de despacho), por lo que se tendrán tamaños 1/2" para los dos primeros nodos, y para el nodo 3 y 4 se considerará ruptura o desprendimiento total.

Con todo lo anterior, es decir, considerando los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, como se mencionó se puede concluir que; *posterior a la compresión, el proceso tiene una mayor magnitud de riesgo debido a la infraestructura que lo conforma, así como a sus condiciones de operación. Así mismo, se determinó la infraestructura que se encuentra entre la ERM y la compresión es donde se localiza el menor nivel de riesgo, ya que las condiciones operativas son menos drásticas.*

Así, los escenarios de riesgo a simular se han propuesto realizar en los puntos clave a lo largo del sistema (cambios de presión), realizando énfasis en el área de mayor riesgo conforme con los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, y proponiendo fugas de gas natural por fracturas de material o mala instalación en tuberías o accesorios, quedando de la siguiente manera:

- **Nodo 1:** fuga accidental de gas natural por un orificio equivalente a 1/2" de diámetro, en una junta, brida o tubería en mal estado, en un punto cualquier, desde el punto de interconexión hasta la entrada a la estación de regulación y medición (previo a regulación) (101.5 psig), ubicada dentro del predio de la estación de servicio, durante un tiempo promedio de **10 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de seccionamiento se cierre y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de combustibles ecológicos mexicanos y el transportista (red de distribución), cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.

- **Nodo 2:** fuga accidental de gas natural por un orificio equivalente a ½” de diámetro en una junta, brida o tubería en mal estado, esto en un punto cualquiera, desde la salida de la estación de regulación y medición (posterior a regulación) hasta la entrada al recinto de compresión (101.5 psig), ubicada dentro del predio de la estación de servicio, durante un tiempo promedio de **10 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de seccionamiento se cierre y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de combustibles ecológicos mexicanos, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.
- **Nodo 3:** fuga accidental de gas natural por una ruptura total de la tubería (3/4” de diámetro), en un punto cualquiera, desde la salida de los compresores (incluye almacenamiento y panel de prioridades) hasta la entrada a los dispensadores (3,625 psig), ubicada dentro del predio de la estación de servicio, durante un tiempo promedio de **4 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de seccionamiento se cierre (y que se vacíe el gas empacado) y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de combustibles ecológicos mexicanos, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.
- **Nodo 4:** fuga accidental de gas natural por un desprendimiento o rotura de manguera (3/8” de diámetro), en la conexión del punto de despacho a usuarios (3,000 psig), ubicada dentro del predio de la estación de servicio, durante un tiempo promedio de **2 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de seccionamiento se cierre (y se vacíe el gas empacado) y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de combustibles ecológicos mexicanos, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.

Las memorias de cálculo de estos nodos se podrán verificar en los Anexos 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10

### VI.3 Radios potenciales de afectación

*Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de métodos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.*

*Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:*

	<b>Toxidad</b> (concentración)	<b>Inflamabilidad</b> (Radiación Térmica)	<b>Explosividad</b> (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m <sup>2</sup> o 1,500 BTU/Pie <sup>2</sup> h	1.0 lb/plg <sup>2</sup>
Zona de Amortiguamiento	TLV <sub>8</sub> o TLV <sub>15</sub>	1.4 KW/m <sup>2</sup> o 440 BTU/Pie <sup>2</sup> h	0.5 lb/plg <sup>2</sup>

**NOTAS:**

- 1) En modelaciones por toxicidad hay que considerar las condiciones metereológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar

con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

- 2) Para el caso de las simulaciones por explosividad, considerar en la determinación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

Debido a que no se presentaron riesgos en las regiones de "no tolerables" o "ALARP", no se lleva a cabo un análisis detallado de frecuencias.

A pesar de no contar con escenarios de riesgo que se hayan identificado con un nivel "no tolerable" o "ALARP", es importante conocer en caso de fuga los radios de afectación y consecuencias de esta en cada uno de los escenarios propuestos anteriormente.

Las memorias de las simulaciones de los escenarios planteados se podrán verificar en los anexos 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10 de este estudio de riesgo, donde se mencionan todos los datos, aspectos técnicos y factores considerados para cada escenario de riesgo. Como se mencionó anteriormente se ocupa gas natural como única sustancia en el proceso (en el Anexo 5.1 se puede consultar su Hoja de Seguridad y Datos).

Acorde a dichas memorias podemos obtener lo siguiente:

TABLA 41. TASA DE DESCARGA.

Nodo	Escenario	Diámetro	Flujo (lb/min)	Presión (psig)	Temperatura (°C)	Duración de fuga (min)	Tasa de Descarga
1	Fuga: Punto interconexión a ERM	0.5"	12.91	101.5	21	10	12.91
2	Fuga: ERM a Compresión	0.5"	12.91	101.5	21	10	12.91
3	Fuga: Compresión a Dispensador	3/4"	842.5	3,625	35	4	842.5
4	Fuga: Conexión desp. usuario	3/8"	168.4	3,000	35	2	168.4

### **Radio de Afectación**

La emisión de contaminantes a la atmósfera y el importante manejo de sustancias peligrosas debido a las actividades industriales, son actualmente un aspecto de gran atención ambiental, salud y seguridad. Por lo que la siguiente etapa del análisis de riesgo ambiental es determinar cuáles serían las consecuencias de los posibles eventos no deseados, para ello se utilizó un programa electrónico de simulación a manera de poder cuantificar sus efectos.

El aspecto de manejo, transporte, compresión o distribución de sustancias peligrosas es de importancia debido a los efectos que se pueden presentar en caso de accidente; de particular interés es el referente a la liberación en la atmósfera de un gas o vapor tóxicos provenientes de una fuga. Al respecto, el factor crítico a considerar es la posible exposición de la población a concentraciones que puedan afectar severamente su salud o incluso provocar su muerte.

Una situación parecida a la anterior es la relativa a la liberación masiva e instantánea de un gas tóxico el cual forma una nube o "puff" que es transportada por el viento. Aquí es importante poder

prevenir la exposición de la población a niveles peligrosos o letales. En este proyecto, el manejo de gas natural implica riesgos de fuga y deflagración entre otros. En este caso, es importante estimar los radios de afectación y la magnitud de los daños potenciales por la ocurrencia de un evento explosivo, considerando el personal expuesto y las características de las instalaciones y procesos existentes.

La falla se puede detectar por medio de la diferencia entre presiones y cantidades el suministro y el consumo de gas natural, o por un tercero que notifique la fuga. Es importante señalar que las simulaciones que se presentan fueron realizadas observando las condiciones climatológicas y meteorológicas extremas del sistema ambiental Anexo 4.11, así como las propiedades específicas de la sustancia estudiada. La importancia de esta observación radica en el hecho de que, en caso de presentarse alguno de los eventos definidos, no significa que se presentará el comportamiento que se determinó con la simulación, ya que las condiciones pueden ser completamente diferentes y pueden generar situaciones de menor riesgo.

Juegan un papel importante entre los criterios a observar en la evaluación de riesgo ambiental, el establecimiento de parámetros de medición mediante los cuales se fijan valores topes que permitan salvaguardar la salud de quienes se encuentran en los alrededores de instalaciones de alto riesgo, así como proteger sus bienes.

En lo relativo a la afectación por riesgo de actividades en las cuales se utilizan sustancias con características explosivas, el caso del proyecto en comento para la determinación de la **zona de alto riesgo**, se establece como parámetro de afectación las ondas de sobrepresión de 0.070 Kg/cm<sup>2</sup> (1 PSIG), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde el punto donde se puede formar la nube explosiva y cuyo extremo representa la distancia a la cual se tiene una onda con valor equivalente a dicha sobrepresión.

Para el establecimiento de la **zona de amortiguamiento**, se establece como parámetro de afectación 0.035 Kg/cm<sup>2</sup> (0.5 PSIG), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde donde se encuentra el punto de formación de la nube explosiva y cuyo extremo representa la distancia a la cual se tiene la citada onda de sobrepresión.

También para la formación de nubes inflamables se establecen los parámetros de afectación B y F, los cuales hacen alusión a la estabilidad atmosférica, siendo ambas las más críticas. En esta simulación se plantea también la inflamabilidad con datos del sistema ambiental como temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento.

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos.

### **Simulación de Eventos de Riesgo**

Es relevante señalar el hecho de que los eventos modelados a continuación, se refieren a los posibles escenarios que mayores consecuencias pueden tener en la operación de la estación de servicio de gas natural.

La simulación o modelación de estos eventos se ha realizado con los modelos matemáticos del paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), el cual está integrado por tres modelos:

- Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.

- Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

Los tres modelos de dispersión son del tipo Gaussiano y permiten obtener estimaciones de concentraciones en el aire, considerando condiciones de emisión y estabilidad atmosférica particulares. Este paquete de simulación debe considerarse primariamente como herramienta de evaluación preliminar para el análisis detallado de posibles situaciones de dispersión de un contaminante a través del cual se pueden simular o representar condiciones específicas de un emisor y su entorno.

### **Consideraciones primarias**

Es muy importante mencionar los siguientes aspectos considerados en la determinación del evento de riesgo:

- El modelo que se utilizará para simular este escenario es el de una nube de explosiva de vapor sin confinar, mencionado anteriormente. El efecto de explosividad que se puede producir por la ignición de una nube de vapor inflamable sin confinar es una de las **menos frecuentes**, pero con consecuencias más severas.
- Es importante mencionar que, en la mayoría de los programas de simulación, es común expresar la energía liberada de la sustancia explosiva relacionada a una carga equivalente de TNT, así como también se emplean los datos disponibles de sobrepresión producidas en explosiones por TNT.

En los anexos 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10 se pueden verificar los correspondientes a las modelaciones realizadas para este proyecto en las memorias de cada Nodo, y en el punto posterior, se mostrarán los radios de afectación de igual forma de cada Nodo.

Para evaluar la magnitud de las consecuencias o daños que ocasionarían accidentes o eventos relacionados con la liberación o emisión de **gas natural**, se realizó utilizando el programa de simulación conocido como:

**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation (ARCHIE, ver.1.00).**

Federal Emergency Management Agency, U.S.A.

U.S. Department of Transportation

U.S. Environmental Protection Agency

Microsoft Corp. 1982-1986

Este programa fue desarrollado por el Gobierno Federal de los Estados Unidos a través de la Administración de Programas Especiales e Investigación de la Oficina de Transporte de Materiales Peligrosos de su Departamento de Transportación. Considerando los criterios del Instituto Americano de Ingenieros Químicos de U.S.A., AIChE y del Banco Mundial.

Este simulador de riesgo es aceptado por la Ocupacional Safety and Health Administration (OSHA) y la United States Environmental Protection Agency (USEPA).

Mediante este paquete se asignan parámetros que caracterizan al evento y se efectúa la modelación de consecuencias considerando dispersión atmosférica, inflamabilidad y toxicidad en su descarga hacia la atmósfera.

El fundamento matemático y científico del citado simulador, así como las instrucciones para su utilización están contenidos en el Software correspondiente.

Adicionalmente se recurrió a la aplicación de ecuaciones utilizadas para estimación de los parámetros de riesgo, ecuaciones citadas en la publicación "Control de Riesgo de Accidentes Mayores" editado por la Organización Internacional del Trabajo OIT, basadas a su vez en datos del Banco Mundial, así mismo también citadas en diversos textos y artículos técnicos de análisis de riesgo.

Para las condiciones ambientales, se consideraron las peores condiciones posibles, es decir el caso de una fuga que no es detectada y atendida a tiempo, se consideró con dos **estabilidades atmosféricas tipo B y tipo F**, siendo F la más crítica, es decir, estable, de noche, con nubosidad poco densa y sin capa de inversión durante por lo menos 10 minutos o 4 minutos según sea el caso.

### VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.)

En el Anexo 5.11 se muestran los radios de afectación, derivados de los escenarios propuestos en las memorias correspondientes, en dichas imágenes se muestran las zonas de alto riesgo y amortiguamiento. En el Anexo Informe Técnico se describen por nodo los puntos de interés que se pudieran ver afectados, así como en la tabla 23 de este estudio.

### VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas

Los accidentes en tuberías de conducción de hidrocarburos se distribuyen aproximadamente de la siguiente manera: 41% corrosión, falla de material 25%, golpes de maquinaria 13%, toma clandestina 4.5%, fisura en soldaduras 3%, otras causas 13.5%.

Si bien el riesgo existirá siempre, su cuantificación es una parte esencial para su mejor administración y prevención, por lo que se debe contar con herramientas adecuadas para evaluarlo de la mejor manera posible.

Los análisis de consecuencias y riesgos consisten en generar situaciones de riesgo o los denominados posibles escenarios de riesgo. En la simulación de los peores escenarios no se consideró intencionalmente ninguna de las medidas de seguridad con que se cuenta (sistemas de control y mecanismos o procedimientos de respuesta) (solo para la frecuencia fueron considerados) con el fin de visualizar el grado de afectación que tendría lugar en cada uno de los eventos máximos catastróficos considerados durante la modelación.

De acuerdo con la información levanta en sitio, la estación de servicio tendrá interacción en su mayoría con la zona comercial de la colonia en la se encuentra, como ya se identificó en la descripción del proyecto, más no se tiene interacción con aspectos ambientales o industriales:

TABLA 42. INTERACCIONES.

NODO	DESCRIPCIÓN	INTERACCIÓN	MEDIDA PREVENTIVA
1	Estación de Servicio de Gas Natural	*Infraestructura de la estación de Servicio  * zona comercial cercana a la ubicación (bodegas, locales, centro comercial, almacenes, estacionamientos, etc).  *Caminos de acceso  *Asentamientos urbanos  *Recintos deportivos	*Respetar programas de mantenimiento y supervisión de equipos, accesorios y líneas  *Contar con plan de atención a emergencias  *Atender los requerimientos de seguridad de la zona industrial.

\* Estas interacciones en caso de darse, no se dan en algún lugar techado o confinado, por lo que el gas natural en caso de fuga no encontraría ambiente explosivo, y en consecuencia no presenta efecto domino. Una fuga en lugar confinado solo se podría dar en el pequeño tramo de la succión y/o la descarga de los compresores, ya que los mismos se encuentran en un recinto cerrado (pero con ventilación).

\* Es importante mencionar que el gas natural debido a sus características tiende a elevarse y dispersarse, por lo que posterior a salir de algún punto de la estación de servicio, no formaría alguna nube explosiva a nivel de equipos o sitio.

A continuación, acorde a los radios de afectación obtenidos se muestran las interacciones que se tiene con el medio ambiente, social e infraestructura:

TABLA 43. RESULTADOS POR NODO.

		Nodos			
		1	2	3	4
<b>Dardos de fuego</b>	Distancias	Amortiguamiento: 16.15 m Riesgo: 8.22 m	Amortiguamiento: 16.15 m Riesgo: 8.22 m	Amortiguamiento: 124.96 m Riesgo: 62.48 m	Amortiguamiento: 58.52 m Riesgo: 29.26 m
	Efectos	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Estación de Regulación y medición, comedor y oficinas admon de la EDS) Infraestructura externa (Límites de las naves comerciales al sur de la estación)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Estación de Regulación y medición, comedor y oficinas admon de la EDS) Infraestructura externa (Límites de las naves comerciales al sur de la estación)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Abarcaría toda la infraestructura de la EDS) Infraestructura externa (Al Norte: hotel, Límites de edificios y estacionamientos de naves comerciales; Al Sur: una nave comercial y su estacionamiento) Vial (Caminos de acceso a estación)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración de la calidad escénica) Infraestructura (área de dispensadores, estacionamiento, oficinas y baños de la EDS) Infraestructura externa (límites del hotel al norte, y límites de la nave comercial al sur de la EDS).
<b>Nube de Gas inflamable</b>	Distancias	Distancia de Riesgo: 19.50 m Ancho máximo de Riesgo: 17.67 m	Distancia de Riesgo: 19.50 m Ancho máximo de Riesgo: 17.67 m	Distancia de Riesgo: 184.70 m Ancho máximo de Riesgo: 166.42 m	Distancia de Riesgo: 77.72 m Ancho máximo de Riesgo: 69.79 m
	Efectos (Debido a que los radios del sistema ambiental son menores, se incluyen sus interacciones aquí)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la estación) Infraestructura (posible contaminación en comedor y oficinas admon de la EDS) Infraestructura externa (Posible contaminación a naves comerciales al sur de la estación) Vial (Camino de acceso)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la estación) Infraestructura (posible contaminación en comedor y oficinas admon de la EDS) Infraestructura externa (Posible contaminación a naves comerciales al sur de la estación) Vial (Camino de acceso)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Alcance trabajadores de la estación y personal externo que transite cercano) Infraestructura (Se abarca la EDS por completo) Infraestructura externa (Posible contaminación a naves comerciales al oeste, sur y norte de la estación) Vial (Caminos de acceso tanto a la estación como los cercanos a la zona)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (alcance a trabajadores de la estación) Infraestructura (posible contaminación a toda la EDS) Infraestructura externa (Posible contaminación a naves comerciales al Sur y Noroeste de la EDS, y al Hotel al Norte, así como sus estacionamientos) Vial (Camino de acceso al Este de la EDS)

		Nodos			
		1	2	3	4
<b>Nube de vapor</b>	Distancias	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 13.71 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 13.71 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 116.73 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 51.20 m
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Estación de Regulación y medición, comedor y oficinas admon de la EDS) Infraestructura externa (Límites de las naves comerciales al sur de la estación) Vial (Límites Camino de Acceso)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Estación de Regulación y medición, comedor y oficinas admon de la EDS) Infraestructura externa (Límites de las naves comerciales al sur de la estación) Vial (Límites Camino de Acceso)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Abarcaría la EDS) Infraestructura externa (Naves comerciales al sur, norte y oeste de la EDS, el hotel al norte y estacionamientos) Vial (Caminos de acceso a la estación y algunos de la zona)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (Abarcaría la EDS) Infraestructura externa (Naves comerciales al sur y norte de la EDS, el hotel al norte y estacionamientos) Vial (Camino de acceso al Oeste de la estación).

**Medidas Preventivas**

Las medidas preventivas que se describen a continuación fueron propuestas con base a los riesgos que podrían tener una mayor probabilidad obtenidos del HazOp y la matriz de jerarquización, de igual forma se consideraron los posibles radios de afectación que fueron calculados con el programa ARCHIE. Estas medidas también se mencionarán más adelante.

TABLA 44 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO													
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación									
		No.	Descripción	Descripción									
Fuga de Gas Natural	Fracturas en tubería.	FG.1	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería.	<p>En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar:</p> <p>*Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor</p> <p><b>NOTA:</b> En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)</p>									
		FG.2	Contar con válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.		<p><u>Dardos de Fuego</u></p> <table border="1"> <tr> <th>Afectación</th> <th>Medida</th> </tr> <tr> <td>Suelo y/o vegetación</td> <td>Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.</td> </tr> <tr> <td>Personal o Población</td> <td>Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.</td> </tr> <tr> <td>Infraestructura</td> <td>Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.</td> </tr> </table>	Afectación	Medida	Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.	Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.	Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
		Afectación	Medida										
		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.										
		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.										
	Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.											
	FG.3	Contar con detectores de gas natural e índice de zona explosiva											
	FG.4	Al momento de presentarse una fuga, cerrar válvulas que se encuentren corriente arriba y debajo de la fuga, con el fin de aislar el tramo o instrumento dañado.											
	FG.5	Informar a los involucrados que puedan dar solución al evento.											
	Fracturas en accesorios o instrumentación.	FG.6	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos.		<p><u>Nubes Inflamables</u></p> <table border="1"> <tr> <th>Afectación</th> <th>Medida</th> </tr> <tr> <td>Personal o Población</td> <td>Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Se atenderán con primeros auxilios a las personas involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo, ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.</td> </tr> </table>	Afectación	Medida	Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.		Se atenderán con primeros auxilios a las personas involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo, ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.		
Afectación		Medida											
Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.												
	Se atenderán con primeros auxilios a las personas involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo, ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.												
FG.7	Se siguen recomendaciones FG.2, FG.3 y FG.5												
Operación inadecuada de la estación.	FG.8	Contar con un programa de pruebas de hermeticidad y recertificación de materiales acorde con recomendaciones de fabricante y normatividad.											
	FG.9	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.											
	FG.10	Realizar bitácoras para reportar el mantenimiento, fallas y reparaciones a la estación.											

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO						
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación		
		No.	Descripción	Descripción		
Fracturas de material	Operación inadecuada de la estación	FM.1	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.	<p><b>NOTA:</b> En caso de presentarse fracturas de material, se generaría una fuga de gas natural, por lo que las medidas de mitigación serían las mencionadas en el punto anterior.</p> <p>En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar:</p> <p>*Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor</p> <p><b>NOTA:</b> En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)</p>	<u>Dardos de Fuego</u>	
	Falta de mantenimiento	FM.2	Contar con programas de operación y mantenimiento de la estación		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
		FM.13	En caso de presentarse alguna fractura, aislar el tramo dañado, y reemplazar bajo procedimiento autorizado. Se debe contar con un stock de tubería e instrumentos.		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.
		FM.14	Calibrar y certificar los materiales acordes con proveedor y normas.		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.
		FM.15	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.
	Falta de supervisión	FM.16	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos		<u>Nubes Inflamables</u>	
		FM.17	Contar con un programa de supervisión y procedimientos definidos que puedan consultar los operadores para evitar el riesgo		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>
	Falta de procedimientos	FM.18	Verificar que se cuente con dictámenes de diseño y certificado de materiales y accesorios (e instrumentos).		Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.
		FM.19	Reportar en una bitácora el estado de los materiales.			Se atenderán con primeros auxilios a las personas involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo, ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.
		FM.20	Actualizar los procedimientos cada que haya cambio de condiciones de operación, de equipo, de filosofía operacional o en base a normatividad.			

VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en el punto VI.2 y VI.3.

**Recomendaciones Técnico-Operativas**

El manejo adecuado y seguro del gas natural es posible, siempre y cuando se conozcan sus peligros y las diferentes formas en que estos pueden presentarse; esto no quiere decir que no existe riesgo alguno; sí existen, por lo que siempre se tendrán al alcance de todas las personas involucradas en la operación de la estación de servicio, así como las medidas preventivas para su rápido control, por si llegase a ocurrir algún evento inesperado.

Las recomendaciones técnico-operativas que se detallan a continuación buscan minimizar o prevenir algún riesgo asociado con el manejo de la estación de servicio de gas natural durante la etapa de operación y mantenimiento.

La principal recomendación es mantener estandarizados todos los procedimientos que nos ayuden a mantener una calidad en todos los proyectos, considerando todas las medidas de seguridad recomendadas por normas nacionales e internacionales y las establecidas por el promotor como parte de sus propios procedimientos, bases de diseño, y buenas prácticas.

Estas recomendaciones aplicarán para todos los nodos identificados, sin embargo, la única diferencia de nodo a nodo es el cambio en sus condiciones de operación.

TABLA 45. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
<b>Etapas de Operación y Mantenimiento</b>				
1	Contar con un Plan de Atención a Emergencias que se implemente durante la ejecución de los trabajos.	Punto 13 del SASISOPA “Preparación y Respuesta a Emergencias”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
2	No exceder las condiciones de operación máximas, principalmente la presión en cada etapa de la estación de servicio (101.5 psig a la entrada de la ERM, 101.5 psig después de la ERM, 3,625 psig después de compresión y 3,000 psig en el despacho) establecida para evitar fracturas en las líneas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
3	Elaborar un Manual de Operación y mantenimiento el cual debe estar en un lugar de acceso inmediato, donde se describa el funcionamiento de la estación de servicio de gas natural, así	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control	Durante de operación y acorde a las fechas	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
	como sus componentes (números de serie, marca y modelo, hoja técnica) y se deberá actualizar en caso de algún cambio de equipo, de condiciones o de filosofía operacional. El manual debe contener la puesta en marcha, operación y paro. Los riesgos identificados se deberán de mencionar en algún apartado. De igual forma se debe garantizar su cumplimiento.	de Actividades y Procesos”	programadas de mantenimiento.	
4	Realizar una bitácora de accidentes y/o fugas, en caso de que se presenten en la estación, para aplicar posteriormente un programa específico que ataque o evite eventos y consecuencias no deseadas.	Punto 2 y 8 del SASISOPA “Identificación de Peligros y aspectos ambientales” y “control de documentos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
5	Mantener un monitoreo continuo, inspección y limpieza de la infraestructura de la estación y sus componentes. Realizar una supervisión a mayor detalle de los equipos críticos (reguladores, medidores, compresores, dispensadores), verificando su correcta operación y condiciones.	Punto 14 y 8 del SASISOPA “Monitoreo ambiental y de riesgos” y “control de documentos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
6	Verificar la temperatura de las líneas fin de evitar congelamiento en las líneas.	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
7	Realizar capacitaciones continuas al personal para la operación de la estación de acuerdo con procedimientos establecidos, asimismo que el operador pueda actuar ante una emergencia en la estación, con el fin de minimizar al mínimo los riesgos o impactos que se puedan presentar.	Punto 6 del SASISOPA “Competencia, capacitación y entrenamiento”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
8	Mantener en buen estado los señalamientos, fáciles de leer y visualizar, en caso de que resulte dañado alguno se deberá reemplazarse a la brevedad posible.	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
9	Mantener el plan de contingencias ambientales en sitio durante la ejecución de los trabajos.	Punto 8 y 13 del SASISOPA “Control de documentos” y “Emergencias”	Durante de operación y acorde a las fechas	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
			programadas de mantenimiento.	
10	No se permite fumar, tener flamas abiertas o cualquier otra fuente de ignición. Se deben usar linternas que sean a prueba de explosión;	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
11	En caso de requerirse corte, éste se debe hacer con equipo mecánico, se debe asegurar que no exista una mezcla explosiva en el área de trabajo utilizando el equipo de detección adecuado;	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
12	Las válvulas de seccionamiento o de alivio de presión deben estar verificadas asegurando un funcionamiento óptimo, observando que sus puntos de ajuste de apertura o cierre sean los establecidos por diseño, que no se tenga un impedimento en su accionar, que no sufran de debilitamiento, y que se encuentre su reporte de fallas o mantenimientos realizados en una bitácora.	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
13	Se debe verificar que las conexiones con las unidades de suministro no se encuentran en condiciones de fuga (daño por corte, raspaduras, o anormales en su flexibilidad).	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
14	Antes de proceder a soldar o cortar la tubería se debe cerrar todas las válvulas de suministro, purgar la línea y ventilar el área de trabajo	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
15	En caso de que alguno de los equipos, o conexiones requiera ser reemplazada se deberá verificar especificación del elemento que reemplazará, la cual deberá cumplir con marca, modelo o similar establecido.	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
16	Se deberá tener un manual de seguridad, donde se tengan las medidas que los fabricantes dan por cada equipo o infraestructura, las medidas de prevención determinadas a partir de los riesgos identificados; deberá estar ligado al plan de atención	Punto 8 y 13 del SASISOPA “Control de documentos” y “Emergencias”	Durante de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
	a emergencias y ser congruente con el PPA, y los tiempos adecuados para la capacitación y recalificación de la misma impartida a trabajadores, así como los calendarios para pláticas a población, trabajadores y simulacros realizados.			
<b>Seguridad</b>				
17	Actualización de los planos de la estación y sus componentes	Punto 8 del SASISOPA “Control de documentos”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene
18	Evidencias de la capacitación de los trabajadores para la operación y mantenimiento de la Estación de Servicio de gas natural, así como para la atención a emergencias.	Punto 6 del SASISOPA “Competencia, capacitación y entrenamiento”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene
19	Programa de mantenimiento preventivo al sistema, con base a recomendaciones de fabricante, filosofía operacional y normatividad.	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene
20	Procedimientos para la detección oportuna de fugas apoyándose en los detectores y módulo de control.	Punto 14 del SASISOPA “Monitoreo”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene
<b>Comunicación y Social</b>				
21	Será necesario establecer cursos intensivos de capacitación, entrenamiento de personal y elaboración de simulacros.	Punto 6 del SASISOPA “Competencia, capacitación y entrenamiento”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
22	Generar las alianzas necesarias con las autoridades locales de atención a emergencias, con las empresas vecinas y localidades cercanas.	Punto 18 del SASISOPA “Comunicación informes”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
23	Cumplir cabalmente con un <b>Programa de Prevención de Accidentes (PPA)</b> , en el que se considere Educación Pública, Capacitación Interna y Externa, Simulacros, comunicación con autoridades, etc. Los riesgos en general pueden reducirse aún más mejorando continuamente el mantenimiento, inspección y <b>auditorías de seguridad y ambiental</b>	Punto 8 del SASISOPA “Control de documentos”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
	<b>tanto internas y externas</b> , lo que es recomendable incluir en los procedimientos normales de la empresa.			
24	Los riesgos de fugas por algún agente externo se podrían reducir y hasta eliminar si se concientiza a la gente que transite cerca de las instalaciones, sobre los peligros que implica la realización de trabajos en forma irresponsable. Para ello es necesario informar a estas personas mediante pláticas, señalamientos y boletines, sobre qué hacer en caso de que se presente un accidente y cómo actuar con prontitud de acuerdo con el Plan de Emergencia.	Punto 6 del SASISOPA “Competencia, capacitación y entrenamiento”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
25	Informar a la comunidad, a las autoridades municipales, estatales y federales sobre los horarios de operación y los riesgos del sistema, así como la coordinación de acciones de emergencia ante un siniestro.	Punto 18 del SASISOPA “Comunicación informes”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
26	Implantar rigurosamente los planes y programas de capacitación, seguridad, inspección, controles de operación, vigilancia, etc., de tal forma que se garantice un involucramiento total de los recursos humanos, al esquema de seguridad.	Punto 6 del SASISOPA “Competencia, capacitación y entrenamiento”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
27	Contar con un número de atención a emergencias, en un tarjetón protegido por la humedad, el cual deberá colocarse en lugares estratégicos y que se difunda perfectamente bien entre las autoridades locales y estatales.	Punto 13 del SASISOPA “Preparación y Respuesta a Emergencias”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
28	Realizar un Programa para la Prevención de Accidentes, de acuerdo con las guías de la ASEA y SEMARNAT	Punto 9 y 10 del SASISOPA “Mejores Prácticas y Estándares” y “Control de Actividades y Procesos”  Punto 8 del SASISOPA “Control de documentos”	Durante la etapa de vida de la estación de servicio de gas natural	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones

El Regulado debe obtener de forma anual, un Dictamen de Operación y Mantenimiento por una Unidad de Verificación, en el que conste el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana para esta etapa.

El Dictamen al que se refiere el párrafo anterior, debe ser entregado a la Agencia, en los primeros tres meses de cada año, una vez cumplido el primer año de operaciones

**VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoria de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.**

*Los aspectos que tendrán que considerarse en la auditoría son, entre otros:*

*La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.)*

*La existencia y aplicación de procedimientos y programas, para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.)*

*La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.)*

*Los programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.)*

*Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.)*

*Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.*

*Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.*

*Cabe señalar, que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que se resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.*

En el anexo 5.13 se agrega el reporte de la última auditoria practicada con base en la NOM-010-SECRE-2002.

**VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.**

En caso de algún evento extraordinario que represente un riesgo potencial, la Estación de Servicio cuenta con lo siguiente:

- Medidas, Equipos, Dispositivos y Sistemas de Seguridad:

**TABLA 46. MEDIDAS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD.**

<b>Tipo de Equipo</b>	<b>Medida/ Equipo/ Dispositivo/ Sistema</b>	<b>Descripción</b>
Extintores	Equipo	Son tipo PQS y CO <sub>2</sub> , se verificarán anualmente su estado o como lo marque la etiqueta.

Tipo de Equipo	Medida/ Equipo/ Dispositivo/ Sistema	Descripción
Detector de gas natural	Equipo	Se encuentran instalados en recintos principales como en la ERM, área de compresión y dispensadores
Ropa de algodón (Camisa, playera y pantalón)	Medida/Equipo de Protección Personal	Es importante contar con este material en la vestimenta d ellos trabajadores ya que es aislante a Anualmente se les da una reposición a los operadores.
Guantes de carnaza	Medida/Equipo de Protección Personal	Para realizar trabajos mecánicos. Anualmente se les da una reposición
Botas con punta de casquillo	Medida/Equipo de Protección Personal	Con el fin de poder acceder a áreas con infraestructura y herramientas suelta. Anualmente se les da una reposición
Googles o lentes de seguridad	Medida/Equipo de Protección Personal	Los operadores cuentan con estos con el fin de evitar que se incruste alguna sustancia o piezas diminutas en los ojos. Anualmente se les da una reposición
Tapones auditivos	Medida/Equipo de Protección Personal	Para acceder al área de compresión de ser necesario. Anualmente se les da una reposición
Casco de protección	Medida/Equipo de Protección Personal	Se debe usar en todo momento en toda la infraestructura previa a dispensadores, con el fin de evitar golpes en la cabeza por tubería, equipos o accesorios aéreos. Se cambia cada 2 años
Traje de seguridad tipo Nomex	Medida/Equipo de Protección Personal	Para combate de incendios. Anualmente se les da una reposición
Teléfono celular o radio	Medida/Equipo de Protección Personal	Con el fin de tener una comunicación constante entre áreas y personal. Se cambia modelo cada año
Camioneta pick-up con sirena	Equipo	Se mantendrá en sitio para retirar personal, escombros, y lo que sea necesario durante el evento. Se lleva a servicio cada 10,000 km
Herramienta especial	Equipo	Para realizar trabajos de corte, cierre, apertura, etc. Se hace una valoración del estado en que se encuentran anualmente
Conos de seguridad	Equipo	Para delimitar accesos o señalar caminos. Se hace una valoración del estado en que se encuentran anualmente
Cinta de aviso de seguridad	Equipo	Para delimitar zonas. Reposición al termino de los mismos
Cámara fotográfica	Equipo	Para tener evidencias posteriores a evento. Se hace una valoración del estado en que se encuentra anualmente
Linterna a prueba de explosión	Equipo	Para acceder a áreas donde la iluminación sea mínima.
Alarman Sonora-Visual	Dispositivo	Se cuenta para dar a conocer a todas las áreas que se presenta un evento.
Válvulas de Seguridad	Dispositivo	Con el fin de seccionar el área donde se esté presentando el evento.

<b>Tipo de Equipo</b>	<b>Medida/ Equipo/ Dispositivo/ Sistema</b>	<b>Descripción</b>
Sistema de paro de emergencia	Dispositivo/Medida	Se cuentan con paros de emergencias estratégicos para dar paro al proceso.
Puntos de Reunión	Medida	Se encuentran identificados en sitio, como mejor ubicación en caso de evento y con fácil acceso a las salidas de emergencia
Rutas de Evacuación	Medida	Salidas estratégicas en caso de evento
Botiquín de Primeros Auxilios	Equipo	Para atender a personal de forma preliminar.
Megáfono	Equipo	Con el fin de que las instrucciones dadas para atender el evento sean escuchadas por todas las áreas
Generador de Energía Eléctrica	Dispositivo/Medida	Como respaldo de energía eléctrica en caso de que se requiera tener.
Señalética	Medida	Se cuenta con señalética para orientar al personal
Brigada de Primeros Auxilios	Medida	Personal especializado
Brigada de Combate a Incendio	Medida	Personal especializado
Brigada de Evacuación y Fugas	Medida	Personal especializado
Brigada de Búsqueda y Rescate	Medida	Personal especializado
Atención Médica	Medida	Personal especializado

**VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.**

En el anexo 5.14 se agrega el programa de contingencias que se desarrolló y se aplica a la Estación de Servicio, en el mismo se puede verificar que abarca los nodos y escenarios identificados en este estudio de riesgo, posterior a resolutivo, el programa de contingencia se deberá actualizar en caso de ser necesario y/o condicionantes/recomendaciones que emita la autoridad.

## VII. Conclusiones y recomendaciones

### VII.1 Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo

**Nombre de la Empresa:**

Combustibles Ecológicos Mexicanos, S.A. de C.V.

**RFC:**

CEM970905VB3

**Domicilio para oír y recibir notificaciones:**

Calle: Monte Elbruz 132  
Colonia: Polanco 2da Sección  
Delegación: Miguel Hidalgo  
Estado: Ciudad de México  
Código Postal: 11530

**Nombre del Proyecto:**

“Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular EDS CEDA”

**Ubicación del Proyecto:**

Municipio de Iztapalapa, Ciudad de México

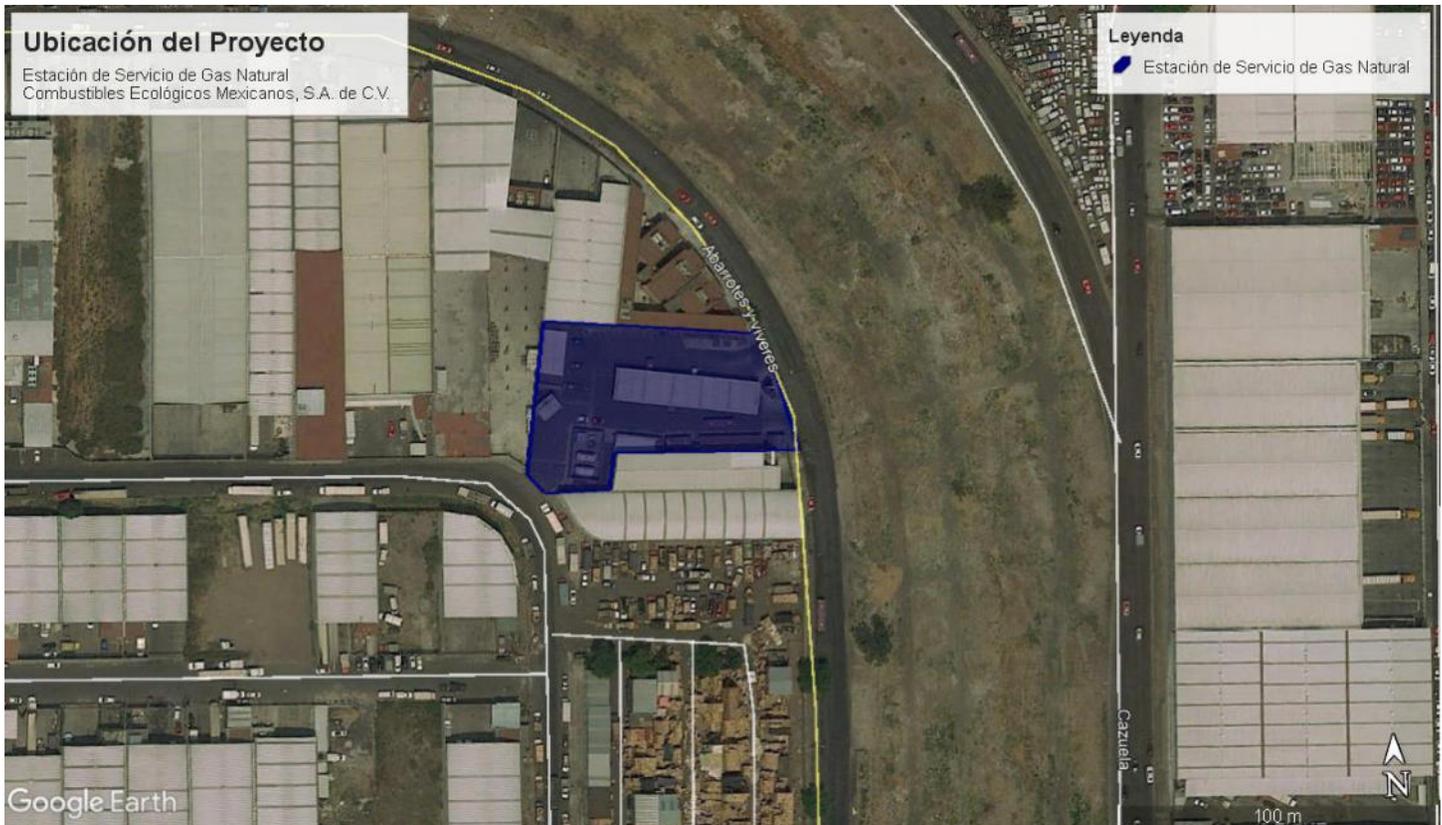


FIGURA 52. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

**Coordenadas del Proyecto:**

Latitud Norte: 19°22'40.96”

Longitud Oeste: 99°4'55.75”

**Dirección del Proyecto:**

Dirección: Circuito de envases vacíos Mz. 11 Lt. 9, Col. Central de Abastos, Del. Iztapalapa, C. P. 09040, Ciudad de México.

**TABLA 47. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO.**

Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM (14 Q)		Área de la EDS [m <sup>2</sup> ]
	Longitud	Latitud	X (m E)	Y (m N)	
A	19.37820	-99.08187	491402.53	2142677.85	3,291.3
B	19.37826	-99.08249	491337.97	2142684.10	
C	19.37783	-99.08255	491330.95	2142636.53	
D	19.37777	-99.08250	491336.36	2142630.32	
E	19.37778	-99.08231	491356.83	2142630.80	
F	19.37788	-99.08229	491358.68	2142642.11	
G	19.37787	-99.08174	491416.61	2142640.79	
H	19.37806	-99.08179	491410.94	2142662.14	
I	19.37822	-99.08185	491404.77	2142679.17	
Centro	19.37804	-99.08215	491373.00	2142659.99	

**Objetivo del Proyecto:**

El proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una Estación de Servicio de gas natural vehicular (EDS) la cual tiene como objetivo atender al sector público, especialmente, a los camiones de flotas que tienen asentamiento en la zona. La EDS se encuentra en el municipio de Iztapalapa, Ciudad de México y pertenece a la empresa Combustibles Ecológicos Mexicanos, S.A. de C.V.

**Etapas del Proyecto**

A continuación, se enuncia, las áreas que comprende la Estación de Servicio:

- I. Recepción, Acondicionamiento y Despacho de Gas Natural
  - a. Estación de Regulación y Medición (ERM)
  - b. Etapa de Secado
  - c. Etapa de Compresión
  - d. Sistema Cascada
  - e. Panel Prioritario
  - f. Dispensadores de Gas Natural
  
- II. Servicios Auxiliares
  - a. Subestación Eléctrica
  - b. Servicio de Aire
  - c. Taller
  - d. Almacén de Residuos Peligrosos
  - e. Bodega de Herramientas
  - f. Drenaje Pluvial y Drenaje sanitario

- III. Oficinas Administrativas

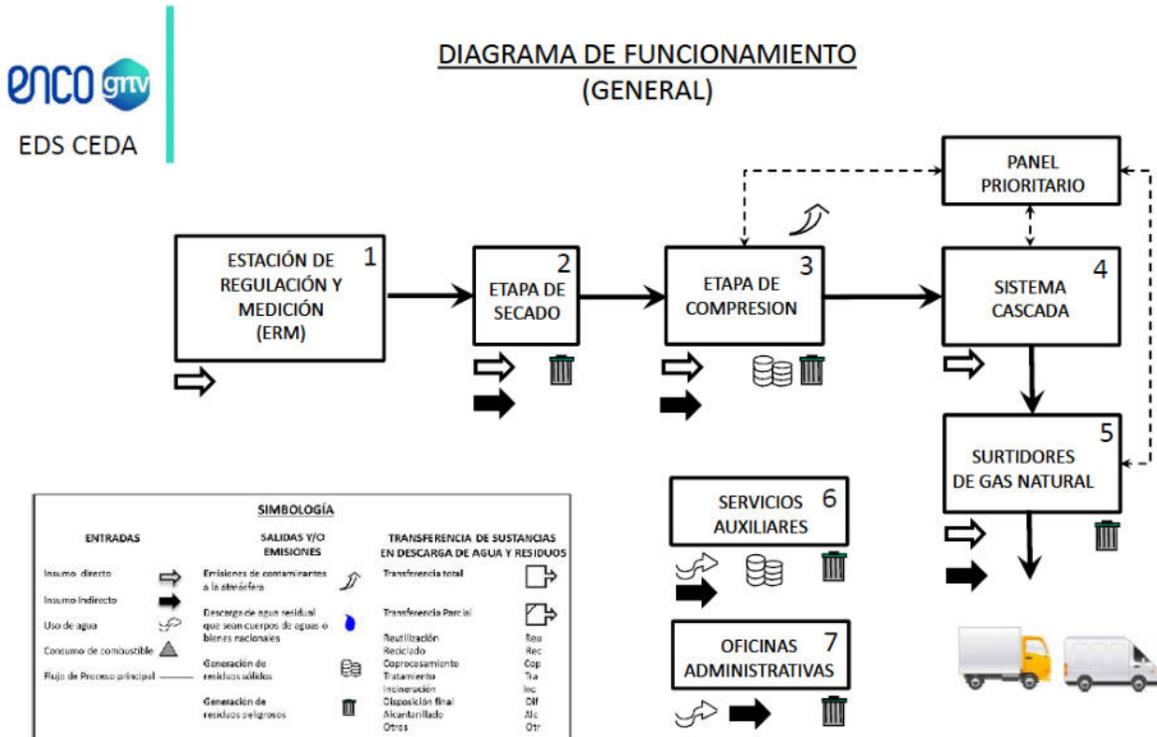


FIGURA 53. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO GENERAL.

**Sustancias Involucradas en el Proyecto:**

La única sustancia involucrada en la Estación de Servicio es el gas natural, la cual solo se transfiere de un punto a otro cambiando sus condiciones de presión y temperatura para su suministro al parque vehicular que demanda dicho combustible.

**Capacidad y Tipo de Almacenamiento del Gas Natural:**

A lo largo de su trayectoria, como ya se mencionó en el estudio, solo existe un punto de almacenamiento el cual tiene una capacidad total de 4,000 L, lo que equivale a 4 m<sup>3</sup>, tomando en consideración que la densidad del gas natural a 250 bar es de 190.3 kg/m<sup>3</sup> (cálculo obtenido por el software de diseño PRO II) la cantidad almacenada de gas natural será de 761.2 Kg.

Debido a que la sustancia es gas natural y no se mezcla, no existe concentración química.

La capacidad máxima de flujo continuo que tendrá la estación de servicio, y en consecuencia de despacho de gas natural, será determinada por la capacidad máxima de los dispensadores; por lo que tenemos lo siguiente:

- Cada dispensador tiene una capacidad de 600 m<sup>3</sup>/hr, considerando 6 dispensadores, se tiene una capacidad diaria de 86,400 m<sup>3</sup>/día.

El almacenamiento se da en unos cilindros de acero los cuales se encuentran diseñados para soportar hasta 1.5 veces más la presión máxima de operación.

## VII.2 Resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de Riesgo Ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación

La situación general de la estación en materia de riesgo ambiental es bastante positiva, esto debido a que Combustibles Ecológicos Mexicanos, en un periodo muy corto, ha tenido que ir actualizando sus procesos, tanto en diseño, como en operación y mantenimiento, esto debido al cambio de normatividad, por lo que se tuvo que cumplir en su momento ante unidades de verificación tanto con la NOM-010-SECRE-2002 y actualmente con la NOM-010-ASEA-2016, las cuales abarcan criterios de diseño, operación y mantenimiento, tomando en cuenta los aspectos necesarios para un desarrollo eficiente y seguro.

Por lo que, en consecuencia al párrafo anterior, las desviaciones o áreas de afectación/riesgo no son físicas, se ha logrado identificar temas de supervisión, actualización documental y seguimiento de procedimientos que puedan generar errores humanos durante la operación y puedan causar algún evento de riesgo, sin embargo, esto ya se plasmó en las recomendaciones del estudio, siendo puntuales lo que se deberá atender para minimizar o eliminar estas desviaciones.

Un factor que suma de forma importante para que la estación de servicio se pueda considerar que tiene un nivel de riesgo ambiental tolerable, es el medio en el que se encuentra instalada, como se puede visualizar en las imágenes puestas a lo largo de este estudio así como en los radios de afectación, se puede observar que no existe flora o fauna que se vea impactada por el funcionamiento o eventos de la estación de servicio. En caso de que ocurriera algún evento, la calidad de aire sería la afectada de forma temporal (hasta que se disperse el gas natural fugado o liberado en la atmósfera; el tiempo para que eso transcurra es menor a 10 minutos, debido a que el gas natural es mucho más ligero que el aire).

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

*Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacción de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.*

En los puntos VI.5 y VI.6 de este estudio de riesgo se muestran las interacciones que se tendrán derivado del análisis realizado, de igual forma, se muestran las recomendaciones técnico-operativas, así como las medidas que se tendrán que seguir para prevenir, reducir o eliminar algún riesgo.

## VII.3 Conclusiones del estudio de Riesgo

- En la ejecución del proyecto se utilizaron equipos modernos y se cuenta con las medidas necesarias para aminorar los riesgos que implica su operación.
- Se observa que el diseño consideró la aplicación de la normatividad y prácticas recomendadas apropiadas como corresponde a este tipo de instalaciones industriales y sus riesgos asociados.
- Para el caso del diseño de detalle y la construcción se previó el cumplimiento de la normatividad y especificaciones más estrictas, mismas que son las requeridas por la industria de hidrocarburos a nivel internacional y que se le ha dado relevancia a la seguridad y a las previsiones ambientales enfocadas al cuidado de la salud y seguridad de los trabajadores y de la comunidad, así como el cuidado del ambiente.

- De acuerdo con la información técnica del proyecto, se puede observar que se han cubierto adecuadamente los aspectos de la seguridad a través de la integridad mecánica de los equipos y sistemas y que las instalaciones cuentan con los medios adecuados para el cuidado del ambiente.
- Se advierten también las previsiones apropiadas para evitar y controlar las posibles alteraciones a las condiciones normales de operación que pudieran originar riesgos por fuga de Gas Natural.
- Se realizó una metodología de la siguiente forma:
  - Análisis preliminar de riesgos a través de metodologías cualitativas y estadísticas
  - Análisis de riesgo: identificación, jerarquización y evaluación
  - Se determinaron las regiones de los riesgos y se procedió a determinar su viabilidad del proyecto y vulnerabilidad hacia los factores que lo rodean.
- Con el fin de verificar la frecuencia de los riesgos se tomaron las salvaguardas y programas que se tienen en la estación de servicio de gas natural.
- Se realizaron recomendaciones.
- Acorde con los resultados del estudio es factible mencionar que el área verificada con la revisión de las políticas, sistemas, características técnicas y compromisos de seguridad involucrados, el nivel de riesgo de la instalación es tolerable y sus consecuencias no afectarían a la población aledaña ni a sus bienes alrededor de la instalación.

Lo anterior se puede resumir en que **el proyecto tiene un nivel de riesgo tolerable y el control y atención de estos se verá centralizado dentro de los límites del área destinada a esta obra.**

## VIII. Anexo Fotográfico



FIGURA 54. ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL.



FIGURA 55. ÁREA DE DISPENSADORES.



FIGURA 56. ENTRADA/SALIDA ESTE DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO.



FIGURA 57. PATIO DE MANIOBRAS.



FIGURA 58. COLINDANCIA INMEDIATA AL ESTE DE LA ESTACIÓN / CAMINO DE ACCESO.



FIGURA 59. COLINDANCIA INMEDIATO AL SUR DE LA ESTACIÓN.



FIGURA 60. COLINDANCIA INMEDIATA AL OESTE DE LA ESTACIÓN / CAMINO DE ACCESO.



FIGURA 61. COLINDANCIA INMEDIATA AL NORTE DE LA ESTACIÓN.

**Listado de Anexos que Complementan el Estudio de Riesgo:**

- Anexo 1
  - Anexo 1.1 Acta Constitutiva de la Empresa
  - Anexo 1.2 RFC de la empresa
  - Anexo 1.3 guía para la elaboración del Estudio de Riesgo
  
- Anexo 2
  - Anexo 2.1 Ubicación del proyecto en sitio
  - Anexo 2.2 Puntos Importantes Cercanos a la Estación
  - Anexo 2.3 Plano de Conjunto
  - Anexo 2.4 Plano Hidráulico
  - Anexo 2.5 Acuse Conformación SASISOPA
  - Anexo 2.6 CURR (Clave Única de Registro del Regulado)
  - Anexo 2.7 Permiso CRE
  - Anexo 2.8 Dictamen bajo NOM-010-ASEA-2016
  - Anexo 2.9 Ingreso Uso de Suelo
  
- Anexo 5
  - Anexo 5.1 Hoja de Datos de Seguridad Gas Natural
  - Anexo 5.2 Plano Arreglo General de la Planta
  - Anexo 5.3 DTI de la Estación
  - Anexo 5.4 Memoria descriptiva de las metodologías utilizadas
  - Anexo 5.5 Índice de Mond
  - Anexo 5.6 Análisis HazOp
  
  - Anexo 5.7 Memoria Nodo 1
  - Anexo 5.8 Memoria Nodo 2
  - Anexo 5.9 Memoria Nodo 3
  - Anexo 5.10 Memoria Nodo 4
  - Anexo 5.11 Radios de Afectación
  - Anexo 5.12 Matriz de Impactos
  - Anexo 5.13 Reporte de la última auditoria practicada con base en la NOM-010-SECRE-2002.
  - Anexo 5.14 Programa de Contingencias
  
- Anexo Informe Técnico