

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL, NIVEL 2

Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores EDS TOREO

Promovente:

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



Ubicación:

**Calle 16 de septiembre No. 255, Colonia Fraccionamiento Industrial Naucalpan,
municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México**

ÍNDICE

I.	DATOS GENERALES.	5
I.1.	Nombre o razón social de la empresa u organismo.....	5
I.2.	Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.....	5
I.3.	Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).....	5
I.4.	Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).....	5
I.5.	Actividad productiva principal del establecimiento.	5
I.6.	Clave del Catálogo M A P.....	5
I.7.	Código ambiental (CA).....	5
I.8.	Domicilio del establecimiento (Anexar croquis).....	6
I.9.	Domicilio para oír y recibir notificaciones.....	6
I.10.	Fecha de inicio de operación.....	7
I.11.	Número de trabajadores equivalente (opcional).....	7
I.12.	Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional).....	7
I.13.	Número de trabajadoras promedio, por día y por turno laborado.	7
I.14.	¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional).....	7
I.15.	¿Pertenece a alguna corporación? (opcional).....	7
I.16.	Participación de capital.	7
I.17.	Número de empleos indirectos a generar.....	8
I.18.	Inversión estimada (M.N.).....	8
I.19.	Nombre del gestor o promotor.....	8
I.20.	Departamento proponente del estudio de riesgo.....	8
I.21.	Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).....	9
I.22.	Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.....	9
I.23.	Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).	9
I.24.	Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax).....	9
I.25.	Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.....	9
II.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	10
II.1.	Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.....	10
II.2.	Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.	10
II.3.	Fecha de inicio de operaciones.....	10
II.4.	Ubicación de la instalación.....	10
II.5.	Planos de localización a escala adecuada y legibles, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.	11
II.6.	Coordenadas geográficas de la instalación.....	12
II.7.	Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).....	17
II.8.	Número de personal necesario para la operación de la instalación.....	17
II.9.	Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional).	18
III.	ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.	19
III.1.	Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.....	19
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 y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).	19
III.3.	Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.....	20
III.4.	Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación.	21
III.5.	Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.	22
III.6.	¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:.....	22
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.....	23
IV.	INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.	24

V.	DESCRIPCION DEL PROCESO	26
VI.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	28
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.	28
VI.1.1.	Identificación de los riesgos potenciales.	39
VI.2.	CON BASE EN 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 OPERATIVIDAD (HAZOP) Y ÁRBOL DE FALLAS, ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO (FMEA) Y ÁRBOL DE FALLAS; O LA COMBINACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS ANTERIORES, DEBIENDO APLICAR LAS METODOLOGÍAS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES PROPIAS DE LA MISMA.	40
VI.2.1.	Selección de los eventos de riesgo.	59
VI.3.	DETERMINAR LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN, A TRAVÉS DE APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS DE SIMULACIÓN.	64
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.).	72
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.	72
VI.6.	Recomendaciones técnico-operativas.	78
VI.7.	PRESENTAR REPORTE DEL RESULTADO DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA DE SEGURIDAD PRACTICADA A LA INSTALACIÓN.	79
VI.8.	MEDIDAS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD.	79
VI.9.	MEDIDAS PREVENTIVAS O PROGRAMAS DE CONTINGENCIAS QUE SE APLICARÁN.	85
VII.	CONCLUSIONES.	86
VII.1.	Conclusiones del estudio	86
VII.2.	Recomendaciones.....	86
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	88

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN	6
FIGURA 2 REFERENCIA GRÁFICA CON COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA POLIGONAL DEL PREDIO EDS	11
FIGURA 3 CARACTERÍSTICAS DESTACADAS EN UN RADIO DE 500 M RESPECTO A LA EDS.	11
FIGURA 4 USOS DE SUELO EN UN RADIO DE 500 M RESPECTO A LA EDS.	12
FIGURA 5 ANP'S PRÓXIMAS A LAS INSTALACIONES DE LA EDS.	14
FIGURA 6 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LA EDS TOREO.	17
FIGURA 7 TIPOS DE CLIMAS EN EL MUNICIPIO, AI Y UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL EDS	20
FIGURA 8 UBICACIÓN DE LA COLONIA FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL NAUCALPAN	21
FIGURA 9 ZONIFICACIÓN DEL USO DE SUELO CONFORME AL PMDUNJ APLICABLE A LA UDS.	24
FIGURA 10 USOS DE SUELO DETERMINADOS EN EL PMDUNJ	25
FIGURA 11 ZONIFICACIÓN DEL USO DE SUELO EN EL PLANO 8DZI RESPECTO A LA EDS.	26
FIGURA 12 RESUMEN DE EVENTOS EN ESTACIONES DE GAS NATURAL VEHICULAR.	38

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 INVERSIÓN ESTIMADA EN LA EDS TOREO	8
TABLA 2 COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PREDIO QUE INTEGRA LAS INSTALACIONES EDS	12
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS DE LAS COLINDANCIAS DEL AL EDS.	13
TABLA 4 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE EDS TOREO	15
TABLA 5 EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA 2000-2014.	29
TABLA 6. PRINCIPALES SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EMERGENCIAS AMBIENTALES.	30
TABLA 7 ORIGEN DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS.	30
TABLA 8 ORIGEN DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS.	31
TABLA 9 CLASE DE TRANSPORTE ORIGEN DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS.	31
TABLA 10 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES EN ESTACIONES DE GAS NATURAL VEHICULAR.	32
TABLA 11 EVENTOS DE RIESGOS EN DUCTOS DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL.	38
TABLA 12 ANÁLISIS DE NODOS	59
TABLA 13. CRITERIOS USADOS PARA LA ASIGNACIÓN DE ÍNDICES DE FRECUENCIA	61
TABLA 14. CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA ASIGNACIÓN DE ÍNDICES DE CONSECUENCIAS	61
TABLA 15 MATRIZ DE RIESGO DEL PROYECTO POR NODOS ANALIZADOS.	62
TABLA 16 CRITERIOS DE ZONAS DE SEGURIDAD.	64
TABLA 17. UNIDAD INTERNA DE PROTECCIÓN CIVIL.	84

ANEXOS

I Reseña Fotográfica

II Documentos Legales

Documento 1, Acta Constitutiva de la Empresa Promoviente
Documento 2, R.F.C. de la Empresa Promoviente
Documento 3, Poder Notarial del Representante Legal
Documento 4, Identificación del Representante Legal
Documento 5, Alineamiento y No. Oficial
Documento 6, Cedula Informativa de Zonificación
Documento 7, Empresa encargada de la elaboración del ERA
Documento 8, Carta Responsiva y Cedula del responsable de elaboración del ERA

III Documentos Técnicos

Documento 1, Permiso de Expendio al Público No. G/9861/EXP/ES/FE/2015, emitido por parte de la CRE
Documento 2, Licencia de funcionamiento para fuentes fijas para actividades del sector hidrocarburos
Documento 3, Alta Generador de Residuos Peligrosos EDS Toreo
Documento 4, Visto Bueno en materia de Protección Civil y Bomberos
Documento 5, Dictamen aprobatorio NOM-002-SECRE-2010
Documento 6, Dictamen aprobatorio NOM-010-ASEA-2016
Documento 7, Memorias de modelación

IV Planos de Proyecto

Documento 1 Planos de proyecto
Documento 2 Radios de afectación

I. DATOS GENERALES.

I.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA U ORGANISMO.

El Promovente corresponde a la persona moral denominada como “COMBUSTIBLES ECOLÓGICOS MEXICANOS S.A. DE C.V.”, lo cual consta en el documento Acta constitutiva (**Anexo II, Documento 1**).

I.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA.

El Registro Federal de Contribuyentes de la empresa promotora es CEM970905VB3. (**Anexo II, Documento 2**)

I.3. NÚMERO DE REGISTRO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL MEXICANO (SIEM) (OPCIONAL).

INFORMACIÓN NO DISPONIBLE

I.4. CÁMARA O ASOCIACIÓN A LA QUE PERTENECE, INDICANDO EL NÚMERO DE REGISTRO Y LA FECHA DE AFILIACIÓN (OPCIONAL).

ASOCIACIÓN MEXICANA DE GAS NATURAL A.C. – 2000, COPARMEX DE LA CDMX - 2014

I.5. ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO.

La actividad principal de la EDS es el almacenamiento temporal y venta del hidrocarburo (Gas Natural) al público, además de la comercialización productos básicos a través de una tienda de conveniencia.

I.6. CLAVE DEL CATÁLOGO M A P

INFORMACIÓN NO DISPONIBLE

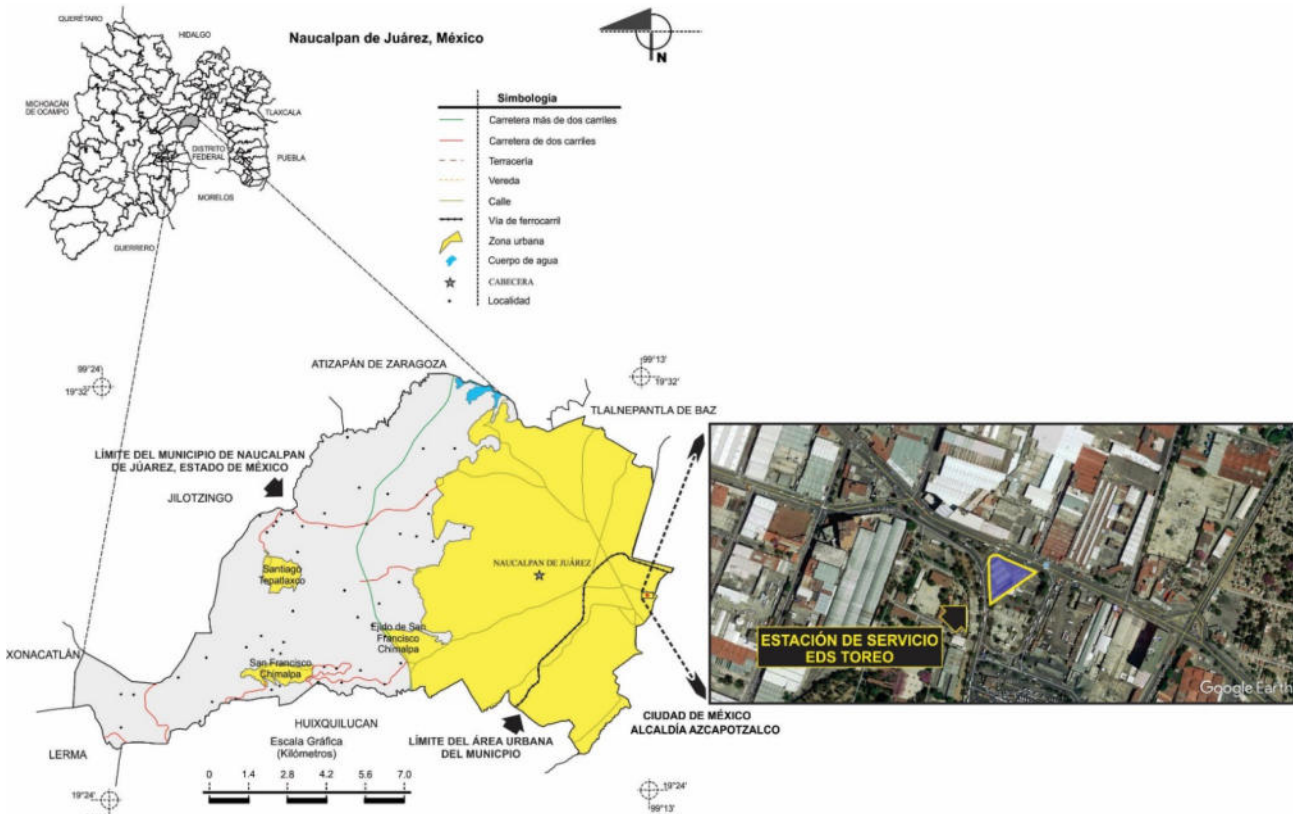
I.7. CÓDIGO AMBIENTAL (CA)

ASEA-COE18201C

I.8. DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO (ANEXAR CROQUIS)

Las instalaciones de la EDS se ubican en la Calle 16 de septiembre No. 255, Colonia Fraccionamiento Industrial Naucalpan, municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México, C.P. 53370; la dirección queda validada tal como se establece en la Cedula Informativa de Zonificación y en la Constancia de Alineamiento y Numero Oficial (**Anexo II, Documento 5**). En la siguiente figura se muestra su localización regional.

FIGURA 1 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



Fuente: INEGI, 2015 – Google Earth, 2018.

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

La EDS opera desde el año 1999, donde actualmente el interés de la empresa promovente es cumplir con las instancias que regulan este tipo de instalaciones, motivo por el cual se encuentra en proceso de regularización de sus actividades.

I.11. NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE (OPCIONAL)

La operación de la EDS se consideró como una fuente generadora de empleos en sus distintas etapas; incluso actualmente, en su operación se generan alrededor de 25 empleos en planta y otros 15 temporales.

I.12. TOTAL DE HORAS SEMANALES TRABAJADAS EN PLANTA (OPCIONAL)

Las instalaciones de la EDS laboran los 365 días al año, incluso durante las actividades de mantenimiento y cambio de la infraestructura que así lo requiera.

I.13. NÚMERO DE TRABAJADORAS PROMEDIO, POR DÍA Y POR TURNO LABORADO.

Como se ha descrito, la operación de la EDS genera alrededor de 25 empleos en planta directos y otros 15 temporales.

I.14. ¿ES MAQUILADORA DE RÉGIMEN DE IMPORTACIÓN TEMPORAL? (OPCIONAL)

No aplica, la empresa en evaluación enfoca sus actividades en la compra, almacenamiento temporal y venta de gas natural para la venta a particulares que empleen este combustible para uso preferente vehicular.

I.15. ¿PERTENECE A ALGUNA CORPORACIÓN? (OPCIONAL)

ASOCIACIÓN MEXICANA DE GAS NATURAL, COPARMEX DE LA CDMX

I.16. PARTICIPACIÓN DE CAPITAL.

MEXICANO

I.17. NÚMERO DE EMPLEOS INDIRECTOS A GENERAR.

Durante la operación de la EDS se generan alrededor de entre 15 a 20 empleos indirectos, más otros no especificados por la empresa promovente.

I.18. INVERSIÓN ESTIMADA (M.N.)

Como se ha mencionado, las etapas de preparación del sitio y construcción se realizaron desde hace 20 años al actual (inicio en 1999), desconociendo la inversión realizada en ese tiempo, sin embargo, como los equipos e instalaciones integran actividades de mantenimiento y sustitución de los mismos por seguridad y normatividad, se tienen inversiones con las siguientes características:

TABLA 1 INVERSIÓN ESTIMADA EN LA EDS TOREO

Concepto	Inversión
Equipo de cómputo y comunicación	Datos Patrimoniales de la Persona Moral, Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.
Estaciones de servicio	
Licencias y programas	
Maquinaria y equipo	
Mobiliario y equipo de oficina	
Total	

Adicional a lo anterior, se tiene destinada inversiones para ejecutar acciones que permiten abatir las afectaciones ambientales por la operación de la EDS, destinando el 3 % de los gastos estimados (2,203,803.00 millones de pesos anuales), costos que representan las acciones encaminadas a atenuar o compensar los impactos ambientales, las medidas preventivas y de mitigación.

I.19. NOMBRE DEL GESTOR O PROMOVENTE

COMBUSTIBLES ECOLÓGICOS MEXICANOS S.A. DE C.V.

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

El Registro Federal de Contribuyentes de la empresa promovente es CEM970905VB3. (Anexo II, Documento 2).

I.20. DEPARTAMENTO PROPONENTE DEL ESTUDIO DE RIESGO.

Área de Proyectos

I.21. NOMBRE COMPLETO, FIRMA Y PUESTO DE LA PERSONA RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN (REPRESENTANTE LEGAL).

Folio en credencial para votar del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

El representante legal es el C. Luis Felipe Echavarria Escobar, de acuerdo con el Poder Notarial anexo (**Anexo II, Documento 3**); La identidad del representante legal se avala con la identificación de Instituto Federal Electoral con folio No. [REDACTED] (**Anexo II, Documento 4**).

Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

I.22. NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA, BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD.

C. Luis Felipe Echavarria Escobar

I.23. NOMBRE DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO (EN SU CASO).

Corporativo Adferi Consultores Ambientales S.A. de C.V. El Registro Federal de Contribuyentes de la empresa responsable de la elaboración del ERA es CAC9402147F4.

(**Anexo II, Documento 7**).

I.24. DOMICILIO DE LA COMPAÑÍA ENCARGADA DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO (INDICANDO CALLE, NÚMERO INTERIOR Y EXTERIOR, COLONIA, MUNICIPIO O DELEGACIÓN, CÓDIGO POSTAL, ENTIDAD FEDERATIVA, TELÉFONO, FAX)

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 DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO.

TSU Edgar Zúñiga Ibarra, Coordinador de proyectos

(**Anexo II, Documento 8**).

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

II.1. NOMBRE DE LA INSTALACIÓN, HACIENDO UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

REGULARIZACIÓN OPERATIVA DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “EDS TOREO”

La principal actividad que realiza la empresa promotora a través de la EDS, corresponde a la comercialización de gas natural comprimido para uso vehicular, enfocado principalmente para transporte público, de carga y particular.

II.2. PLANES DE CRECIMIENTO A FUTURO, SEÑALANDO LA FECHA ESTIMADA DE REALIZACIÓN.

Hasta el momento de la realización del presente estudio, no se tiene proyectado crecimiento alguno, únicamente se tiene planteado el mantenimiento y modernización de las instalaciones en comento.

II.3. FECHA DE INICIO DE OPERACIONES.

Como se ha hecho mención, las instalaciones en referencia se encuentran consolidadas y operan desde el año de 1999, dando lugar a actividades de mantenimiento y modernización de los equipos con los que opera actualmente y sujetándose a la normatividad aplicable para este tipo de instalaciones.

II.4. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Las instalaciones de la EDS se ubican en un predio situado en la zona urbana del centro oeste del municipio de Naucalpan de Juárez, colindante con la alcaldía Azcapotzalco de la CDMX, por lo que, ha sido previamente impactado por actividades antrópicas, en este sentido, la instalación y operación de la EDS no implicó la pérdida de una zona conservada y/o con especies de flora y fauna en riesgo o con alguna importancia ecológica.

El predio que integra las instalaciones de la EDS, se ubica específicamente en la Calle 16 de septiembre No. 255, Colonia Fraccionamiento Industrial Naucalpan, C.P. 53370, Estado de México. La representación gráfica se muestra en la siguiente figura:

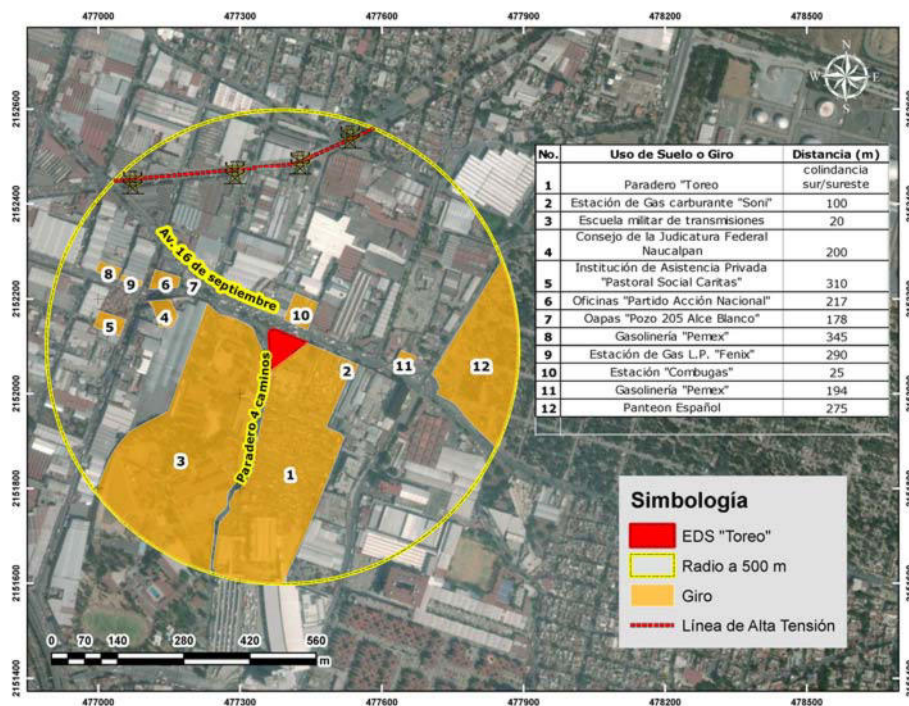
FIGURA 2 REFERENCIA GRÁFICA CON COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA POLIGONAL DEL PREDIO EDS



Fuente: Promovente, 2019 – Google Earth, 2018.

II.5. PLANOS DE LOCALIZACIÓN A ESCALA ADECUADA Y LEGIBLES, MARCANDO PUNTOS IMPORTANTES DE INTERÉS CERCANOS A LA INSTALACIÓN O PROYECTO EN UN RADIO DE 500 M.

FIGURA 3 CARACTERÍSTICAS DESTACADAS EN UN RADIO DE 500 M RESPECTO A LA EDS



Fuente: Adferi, 2019.

II.6. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA INSTALACIÓN.

Las coordenadas de ubicación de la poligonal en donde se sitúan las instalaciones de la EDS se citan en la siguiente tabla:

TABLA 2 COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PREDIO QUE INTEGRA LAS INSTALACIONES EDS

Vértices	Coordenadas UTM, DATUM WGS84	
	X	Y
1	477472.4506	2151906.5430
2	477408.5255	2151935.2957
3	477397.3234	2151931.4257
4	477394.8927	2151916.8123
5	477398.5744	251854.4442

Fuente: Promovente, 2019

II.6.1. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del 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.

Usos de suelo

En las siguientes imágenes se integran las características urbanas del entorno a la EDS en un radio de 500 m, correspondiente a los límites entre el estado de México (porción este del municipio de Naucalpan de Juárez) y los límites de la alcaldía de Azcapotzalco (CDMX).

FIGURA 4 USOS DE SUELO EN UN RADIO DE 500 M RESPECTO A LA EDS



Fuente: Adferi, 2019.

La EDS se encuentra dentro del área de Equipamiento e Infraestructura Especial establecida dentro de la superficie que integra el “Paradero Cuatro Caminos”, dentro del instrumento consultado definido como el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez (PMDUNJ, 2007). Se observa un entorno completamente urbanizado (en color amarillo en la sección izquierda de la figura), principalmente por áreas con desarrollo industrial, comercio, habitacional unifamiliar y plurifamiliar; finalmente como núcleo de desarrollo la Estación Terminal del Sistema de Transporte Colectivo Metro, Terminal Cuatro Caminos (tal como se aprecia en la sección derecha de la figura). Los usos de suelo específicos se muestran en la anterior Figura 3.

Colindancias

En la siguiente tabla se integran las características de las colindancias respecto a la EDS en evaluación:

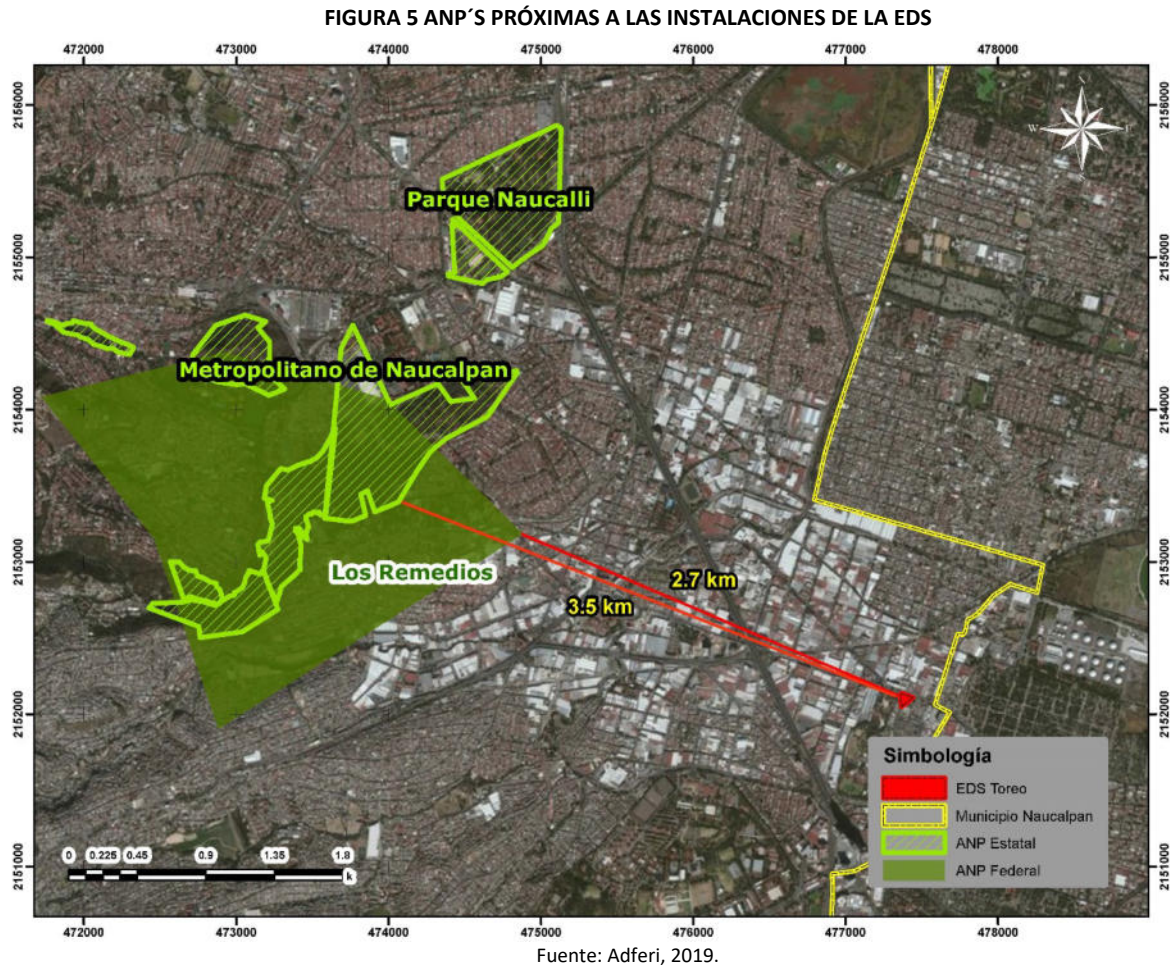
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS DE LAS COLINDANCIAS DEL AL EDS

Colindancias	Características	Imagen
Norte	Calle 16 de septiembre, vialidad primaria de un solo sentido, donde se observa la dotación de los servicios básicos en un entorno completamente urbanizado de esta porción del municipio de Naucalpan de Juárez (contiguo al paradero del STC Metro Cuatro Caminos)	
Sur	Área de terreno destinada al estacionamiento y pensión vehicular paradero del STC Metro Cuatro Caminos	
Este	Áreas de almacenamiento temporal de residuos urbanos del sistema de limpia y mantenimiento del STC terminal Metro Cuatro Caminos	
Oeste	Calle de acceso local de vehículos de autotransporte al paradero del STC terminal Metro Cuatro Caminos	

Fuente: Adferi, 2019.

Áreas Naturales Protegidas (ANP's)

El EDS motivo de regularización, NO SE UBICA dentro o colindante con algún Área Natural Protegida, ya sea a nivel Federal, Estatal o Municipal. Únicamente como referencia, se determina que el Área Natural Protegida (ANP) a nivel Federal más cercana es la denominada como “Los Remedios”, misma que se encuentra a una distancia aproximada de 2.7 km de los límites de las instalaciones de la EDS. Asimismo, el Área Natural Protegida a nivel Estatal más cercana a las instalaciones que integra la EDS es la estación denominada “Metropolitano de Naucalpan” situada a 3.5 km de distancia, tal como se muestra en la siguiente figura:



Cuerpos de agua

Debido a las características fisiográficas, topográficas y de urbanización, no se reconocen cuerpos de agua, ríos, escurrimientos que puedan tener algún tipo de afectación o interacción con la actividad de la EDS en un radio de 500 m, tal como se muestra en las figuras 4 antes citada, tal como se muestra en el segmento de la carta topográfica E14A39 Hoja Ciudad de México, en escala 1: 50,000 editada por el INEGI, 2015.

II.6.2. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m² o Ha).

Como se ha descrito, las instalaciones de la EDS se encuentran conformada por 6 despachadores de Gas Natural Comprimido (GNC), para vehículos automotores y cuatro compresores, con una capacidad total de diseño de 6,508 m³/hora. Respecto a las dimensiones que integran las instalaciones de la EDS se establecen las siguientes:

TABLA 4 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE EDS TOREO

Áreas	m ²
Construida planta baja	721.89
Construida planta alta	228.42
Verde	218.55
Patio de maniobras	2,034.22
Total	3,203.08

Fuente: Promovente, 2019.

II.6.3. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).

Infraestructura vial y acceso terrestre.

Se cuenta con excelentes vías de acceso tanto local como a nivel regional, entre ellas se cita a la propia Av. 16 de septiembre (Prolongación San Bartolo Naucalpan), Av. Ingenieros Militares, Boulevard Toluca, Calzada Transmisiones Militares, Calzada México – Tacuba, Avenida San Joaquín, finalmente el Periférico Boulevard Manuel Ávila Camacho entre las de mayor relevancia.

A nivel puntual se cuenta con vialidades que dan acceso y salida a la estación terminal del Sistema de Transporte Colectivo Estación Terminal Cuatro Caminos.

II.6.4. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

La EDS corresponde a una instalación de expendio de Gas Natural Comprimido para uso Vehicular (GNCV) su construcción, infraestructura y operación se rigen bajo las especificaciones de la **NOM – 010 – ASEA – 2016**; actualmente comprende el siguiente arreglo:

Áreas que integran la EDS Toreo - GNCV:

- 1 Estación de regulación y medición
- 2 Etapa de secado
- 3 Etapa de compresión
- 4 Sistema de cascada

➤ Zona de equipos de GNCV

- Recinto de Compresión y Cascada (RCC) para 04 E/C con dos compresores eléctricos y dos compresores a gas, (02) cascadas para Gas Natural de 2,000 Litros cada uno, (01) Secadora de GNCV y (01) Panel Prioritario.
- Recinto de Regulación y Medición.
- Cuarto de Válvulas

5 Despachadores de Gas Natural comprimido (GNC)

➤ Área de circulación de vehículos

- Isla 1 GNCV alto caudal, con un (01) dispensador de GNCV y dos mangueras para abastecimiento de vehículos.
- Isla 2 GNCV alto caudal, con un (01) dispensador de GNCV y dos mangueras para abastecimiento de vehículos.
- Isla 3 GNCV alto caudal, con un (01) dispensador de GNCV y dos mangueras para abastecimiento de vehículos.
- Isla 4 GNCV alto caudal, con un (01) dispensador de GNCV y dos mangueras para abastecimiento de vehículos.
- Isla 5 GNCV alto caudal, con un (01) dispensador de GNCV y dos mangueras para abastecimiento de vehículos.
- Isla 6 GNCV alto caudal, con un (01) dispensador de GNCV y dos mangueras para abastecimiento de vehículos.

➤ Canopys o techumbres metálicas APE:

- Un (01) Canopy o Techumbre metálica a prueba de explosión - APE de altura libre sobre las islas de atención a vehículos.

6.1 Subestación Eléctrica

6.2 Servicio de aire

6.3 Taller de servicio de diagnóstico computarizado

7 Oficinas administrativas

- Oficina del administrador del EDS
- Cuarto de Sistemas
- Oficina de Mantenimiento
- Caja y cuarto de conteo
- Almacén
- Sala de Juntas
- Baños para Hombres
- Baños para Mujeres

8 Tienda de conveniencia y estacionamiento

- Baños para Hombres
- Baños para Mujeres

9 Panel de prioridades

10 Otros

- La losa para el patio de maniobras bajo el canopy o techumbre es de concreto rígido y el resto de área del patio de maniobras en pavimento flexible ambos se construyeron sobre una base compactada al 99% de proctor.
- La estación de servicio cuentan con los servicios de aire y agua.
- Se instaló un compresor para atención al servicio de aire.

Planta de emergencia

Se adiciona a la EDS, un generador eléctrico accionado con gas natural (mayo de 2016), la línea de baja presión que llega al equipo es con tubería de acero al carbón SCH 40, para la conexión de la planta de emergencia las instalaciones eléctricas cumplen con las especificaciones de fábrica para el buen funcionamiento del equipo y como requerimiento de garantía.

Para su correcta ventilación y mantenimiento se ha situado en el nivel azotea del área de oficinas del 2º nivel, contando con al menos 1.5 m alrededor del generador. La distribución de las áreas antes citadas se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 6 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LA EDS TOREO.



II.7. ACTIVIDADES QUE TENGAN VINCULACIÓN CON LAS QUE SE PRETENDAN DESARROLLAR EN LA INSTALACIÓN (INDUSTRIALES, COMERCIALES Y/O DE SERVICIOS).

Las instalaciones de EDS se encuentran vinculadas a las actividades de operación de la Estación Terminal del STC Metro Cuatro Caminos, toda vez que el principal servicio que se presta es para el sistema de transporte vehicular que se encuentra en los paraderos de la estación en mención y que da transporte a las distintas localidades y municipios del norte de la CDMX; asimismo, debido a las características de uso industrial en el entorno, también se suministra el combustible a flotillas de transporte y el resto a particulares que emplean este mismo combustible.

II.8. NÚMERO DE PERSONAL NECESARIO PARA LA OPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Como se ha descrito, actualmente en la operación de la EDS se generan alrededor de 25 empleos en planta y otros 15 temporales.

II.9. ESPECIFICAR LAS AUTORIZACIONES OFICIALES CON QUE CUENTAN PARA REALIZAR LA ACTIVIDAD EN ESTUDIO (LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO, PERMISO DE USO DEL SUELO, PERMISO DE CONSTRUCCIÓN, AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL, ETC.). ANEXAR COMPROBANTES (OPCIONAL).

Es importante hacer mención que las instalaciones y operación de la EDS se remontan al año de 1999, en donde aún no existían instrumentos normativos y de ordenación, por lo que actualmente la empresa promovente y actual poseedor de las instalaciones pretende su regularización operativa y cumplimiento con las distintas instancias vinculas a su operación, conforme a lo anterior se tiene lo siguiente:

Permiso de Expendio al Público No. G/9861/EXP/ES/FE/2015, emitido por parte de la CRE
(Anexo III, Documento 1).

Licencia de funcionamiento para fuentes fijas para actividades del sector hidrocarburos
(Anexo III, Documento 2).

Alta Generador de Residuos Peligrosos EDS Toreo
(Anexo III, Documento 3).

Visto Bueno en materia de Protección Civil y Bomberos
(Anexo III, Documento 4).

Dictamen aprobatorio NOM-002-SECRE-2010
(Anexo III, Documento 5).

Dictamen aprobatorio NOM-010-ASEA-2016
(Anexo III, Documento 6).

III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.

La información presentada en este capítulo, deberá estar referenciada y sustentada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar en el estudio dicha referencia.

III.1. DESCRIBIR LAS CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO AMBIENTAL A LA INSTALACIÓN EN DONDE SE CONTEMPLE: FLORA, FAUNA, SUELO, AIRE Y AGUA.

El entorno donde se ubican las instalaciones de la EDS corresponde a un ambiente totalmente urbano y consolidado, con amplia movilidad vehicular y de habitantes, ya que se integra como un área de amplia dinámica de población y vehicular (Terminal cuatro Caminos del STC Metro); no existen elementos ambientales como flora, fauna, cuerpos de agua, etc.; que pudieran resultar afectados por su operación. Respecto a las condiciones atmosféricas del área, el flujo vehicular se integra a las especificaciones de verificación vehicular obligatoria de la megalópolis (SEDEMA CDMX y Secretaria del Medio ambiente del Estado de México).

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 Y VELOCIDAD DEL VIENTO; HUMEDAD RELATIVA; PRECIPITACIÓN PLUVIAL).

De acuerdo a la consulta realizada de la clasificación climática de Köppen, modificada por García E. (2004) y al conjunto de datos vectoriales climáticos de INEGI, escala 1:1'000,000 (2008), el Municipio de Naucalpan de Juárez tiene la presencia de 3 diferentes tipos de clima:

1. C (E)(w2)(w)
2. C (w2)(w)
3. C (w1)(w)

Por lo anterior, el sitio donde se localiza la EDS se encuentra el tipo de clima C (w1)(w)– Templado, subhúmedo, de invierno seco.

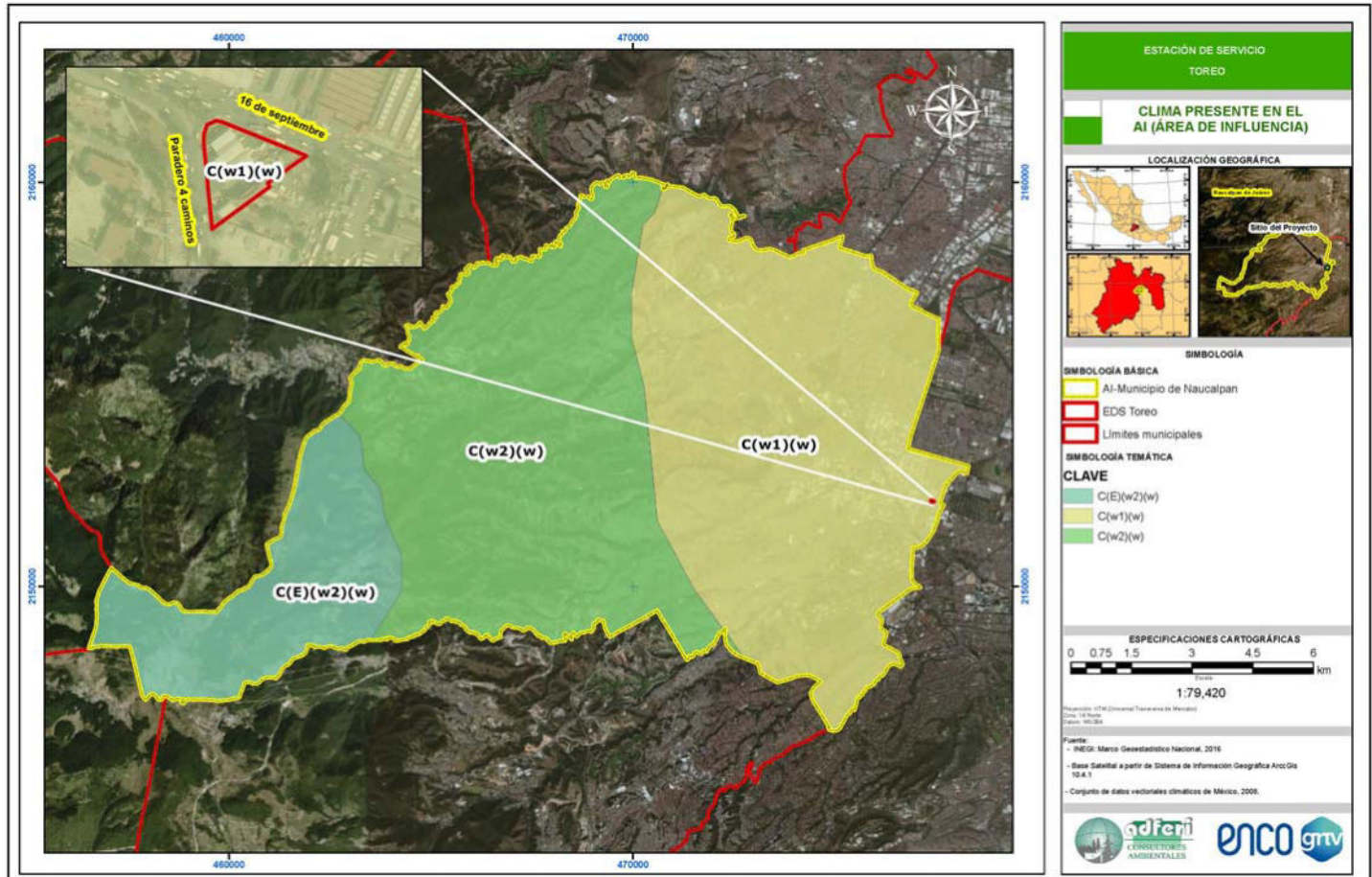
Temperatura. - Este tipo de clima tiene características de una temperatura media anual de entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C.

Precipitación. - En el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Viento. - Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora en Naucalpan de Juárez tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

En el siguiente mapa se muestra la distribución climática en el área de influencia y la EDS del presente estudio.

FIGURA 7 TIPOS DE CLIMAS EN EL MUNICIPIO, AI Y UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL EDS

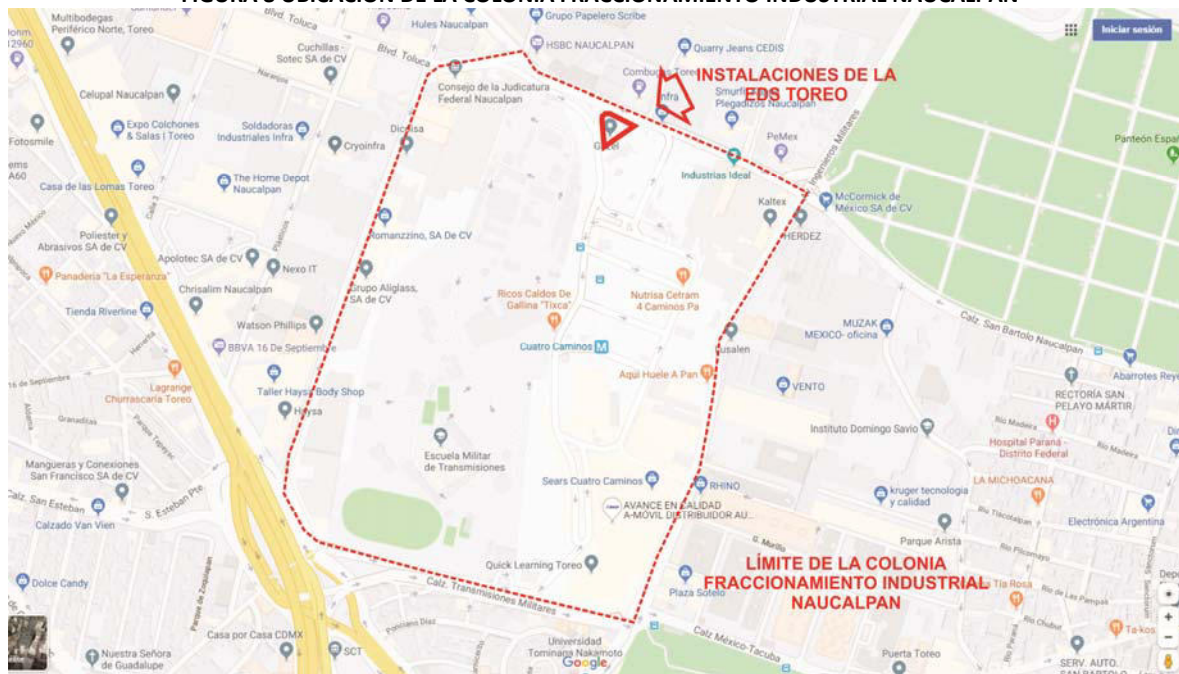


III.3. INDICAR LA DENSIDAD DEMOGRÁFICA DE LA ZONA DONDE SE UBICA LA INSTALACIÓN.

En la colonia La principal actividad que se desarrolla en Industrial Naucalpan es Industria, en la que operan cerca de 10 establecimientos, con un personal ocupado estimado en 10,000 personas. Población En Industrial Naucalpan habitan unas 80 personas en 0 unidades habitacionales, siendo una de las colonias menos pobladas del país. Se contabilizan 18 personas por km², con una edad promedio de 0 años y una escolaridad promedio de 10 años cursados.

De las 80 personas que habitan en Industrial Naucalpan, 7 son menores de 14 años y 60 tienen entre 15 y 29 años de edad. Cuando se analizan los rangos etarios más altos, se contabilizan 10 personas con edades de entre 30 y 59 años, y 0 individuos de más de 60 años.

FIGURA 8 UBICACIÓN DE LA COLONIA FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL NAUCALPAN



Fuente: Propia, 2019.

Economía

Según estimaciones de Market Data México, Fraccionamiento Industrial Naucalpan tiene un output económico estimado en MXN \$1,300 millones anuales, de los cuales corresponde a ingresos generados por los hogares y unos MXN \$1,300 millones a ingresos de los 490 establecimientos que allí operan

Adicionalmente, se estima que en la colonia laboran 4,000 personas, lo que eleva el total de residentes y trabajadores a 4,000.

III.4. INDICAR LOS GIROS O ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR TERCEROS ENTORNO A LA INSTALACIÓN.

En la colonia Industrial Naucalpan se registran unos 490 establecimientos comerciales en operación. Entre las principales empresas (tanto públicas como privadas) con presencia en la colonia se encuentra Manufacturas Kaltex S.A. de C.V., ENCO GNV S.A. de C.V., STC estación Terminal Cuatro Caminos que junto a otras organizaciones emplean unas 753 personas, equivalente al 88% del total de los empleos en la colonia. Es de relevancia hacer mención que el 22 de agosto de 1984 entró en función el último tramo de la red del STC metro, en su tramo Tacuba - Cuatro Caminos. La especificación de las instalaciones de relevancia se encuentra citadas en la figura 3.

III.5. INDICAR EL DETERIORO ESPERADO EN LA FLORA Y FAUNA POR LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE LA INSTALACIÓN, PRINCIPALMENTE EN AQUELLAS ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.

Debido a las características de urbanización del entorno a la EDS (desde el año de 1957 y propiamente en la década final de 1970), del municipio de Naucalpan de Juárez y de esta porción de la CDMX, no existe deterioro alguno de flora y fauna por la operación y actividades que se realizan en las instalaciones de la EDS, ni especies en peligro de extinción.

III.6. ¿EL SITIO DE LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA, ESTÁ UBICADO EN UNA ZONA SUSCEPTIBLE A:

(X) Terremotos (sismicidad)?

La superficie municipal se encuentra a una distancia aproximada de 362 km (Palacio Municipal) de la zona sismo - generadora (Trinchera Mesoamericana), sin embargo, como se encuentra dentro de Cuenca de México, existen materiales que amplifican las ondas sísmicas. Razón por lo cual es importante la buena cimentación de las construcciones y una cultura de la construcción que tome conciencia de la intensidad de los movimientos superficiales (SEDATU, 2014).

Naucalpan ocupa la zona considera de transición, lo que la implica con un peligro sísmico ALTO debido al contenido de arcillas o sedimentos lacustres, que pudieran incrementar la aceleración del terreno. Por lo que se debe tomar en cuenta las normas civiles de construcción vigentes para un sismo similar al ocurrido en 1985. Tal es el caso de las instalaciones de la EDS, mismo que integran el visto bueno de protección civil municipal y estatal.

(-) Corrimientos de tierra?

No aplica, el predio en donde se encuentran las instalaciones de la EDS es plano a semiplano, completamente urbanizado, sin la presencia de grietas o hundimientos, laderas o elementos geológicos que provoquen inestabilidad del terreno. (SEDATU, 2014)

(-) Derrumbamientos o hundimientos?

Al igual que el inciso anterior, no existen evidencias históricas o actuales de derrumbes o hundimientos en el área donde se ubican las instalaciones de la EDS (SEDATU, 2014)

(X) Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?

Dentro de los fenómenos hidrometeorológicos adversos se incluyen: las lluvias torrenciales; las granizadas y nevadas; las inundaciones y flujos de lodo; las tormentas eléctricas; las temperaturas extremas y la erosión. Sin embargo, en la superficie municipal y en especial en donde se sitúan las instalaciones de la EDS únicamente se presentan bajas temperaturas, granizadas, lluvias o tormentas extremas, entre los de mayor relevancia.

La temporada de lluvias inicia en la segunda quincena del mes de mayo para terminar en la primera quincena del mes de octubre, en donde la superficie municipal recibe un promedio de 600 a 700 mm. La posibilidad de que ocasionen afectaciones corresponde principalmente al bajo mantenimiento del drenaje pluvial y al taponamiento de los mismos por la emisión descontrolada de residuos domésticos (SEDATU, 2014).

(-) Inundaciones (historial de 10 años)?

Las inundaciones no previstas y de gran intensidad constituyen un riesgo natural frecuente que, en general, resultan ser muy costosas en términos de pérdidas económicas y, en algunos casos, de pérdidas de vidas humanas. Los eventos se ven mezclados por lluvias intensas en corto plazo, con granizo y un mal mantenimiento del sistema de alcantarillado y a la poca o nula conciencia de los habitantes. Con esto se establece un riesgo medio o bajo respecto a las instalaciones de la EDS Toreo (SEDATU, 2014).

(-) Pérdidas de suelo debido a la erosión?

Debido a las características de urbanización del entorno a la EDS (desde el año de 1957 y propiamente en la década final de 1970), del municipio de Naucalpan de Juárez y de esta porción de la CDMX, no existe deterioro alguno de erosión, además de que el material corresponde a rellenos artificiales que actualmente dan la conformación de la colonia en donde se encuentra.

(-) Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?

Al igual que el inciso anterior, el desarrollo y conformación urbana actual de esta porción del municipio de Naucalpan y a la nula presencia de cuerpos de agua, no se considera la afectación de escurrimientos o erosión.

(-) Riesgos radiológicos?

En el área determinada en la que se sitúa la EDS, no existen instalaciones de riesgo por la emisión de radiaciones (SEDATU, 2014).

(-) Huracanes?

No existe la incidencia de huracanes al municipio de Naucalpan de Juárez, únicamente se reciben los efectos como el desarrollo de lluvias intensas, granizadas, vientos, tormentas eléctricas, etc. Mismas que de acuerdo con la normatividad aplicable, se integran como medidas de seguridad operativa y para los empleados (SEDATU, 2014).

III.7. SÍ ES DE SU CONOCIMIENTO QUE EXISTE UN HISTORIAL EPIDÉMICO Y ENDÉMICO DE ENFERMEDADES CÍCLICAS EN EL ÁREA DE LAS INSTALACIONES, PROPORCIONE LA INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE.

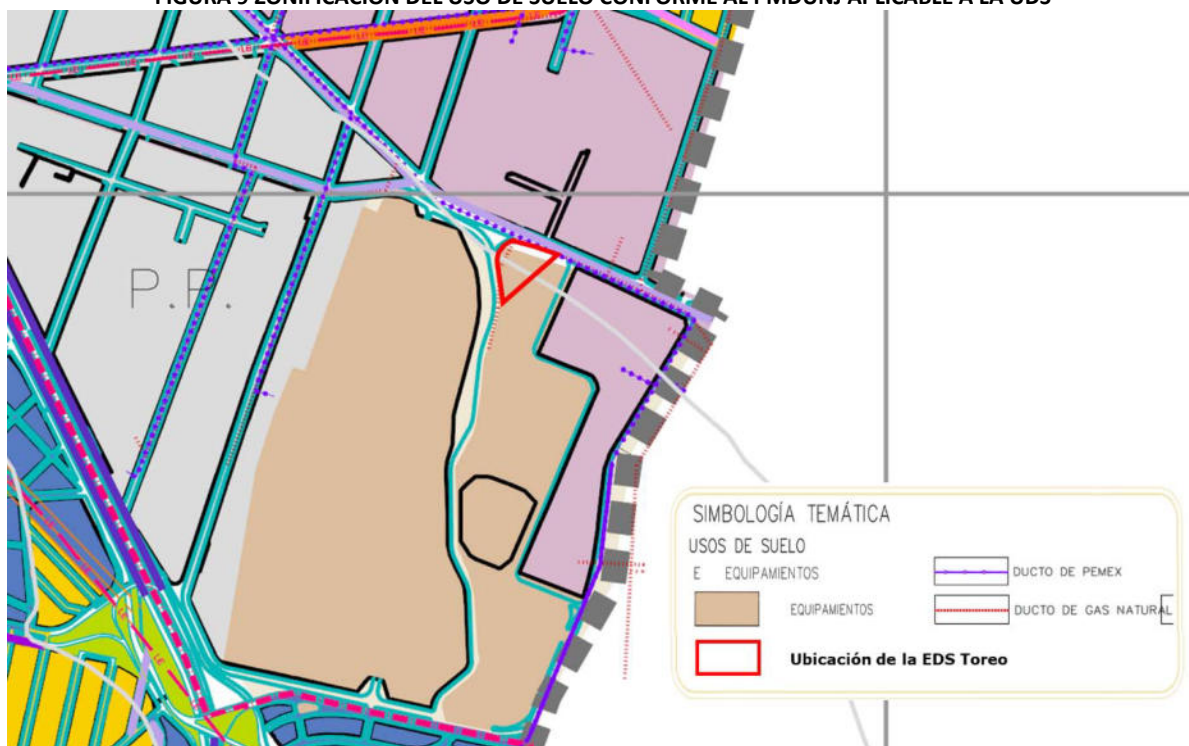
Conforme a la consulta del Atlas de Riegos para el municipio de Naucalpan de Juárez, no se tienen registros de este tipo de epidemias o enfermedades contagiosas en el área en donde se ubican las instalaciones de la EDS o en el radio de 500 m determinado.

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

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez (PMDUNJ, 2007)

Conforme al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez (PMDUNJ) aprobado el 25 de julio del 2007, la EDS motivo del presente instrumento se encuentra dentro de la zonificación de Equipamiento, conforme a lo especificado en el Plano E-2, tal como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 9 ZONIFICACIÓN DEL USO DE SUELO CONFORME AL PMDUNJ APLICABLE A LA UDS



Fuente: PMDUNJ, 2007.

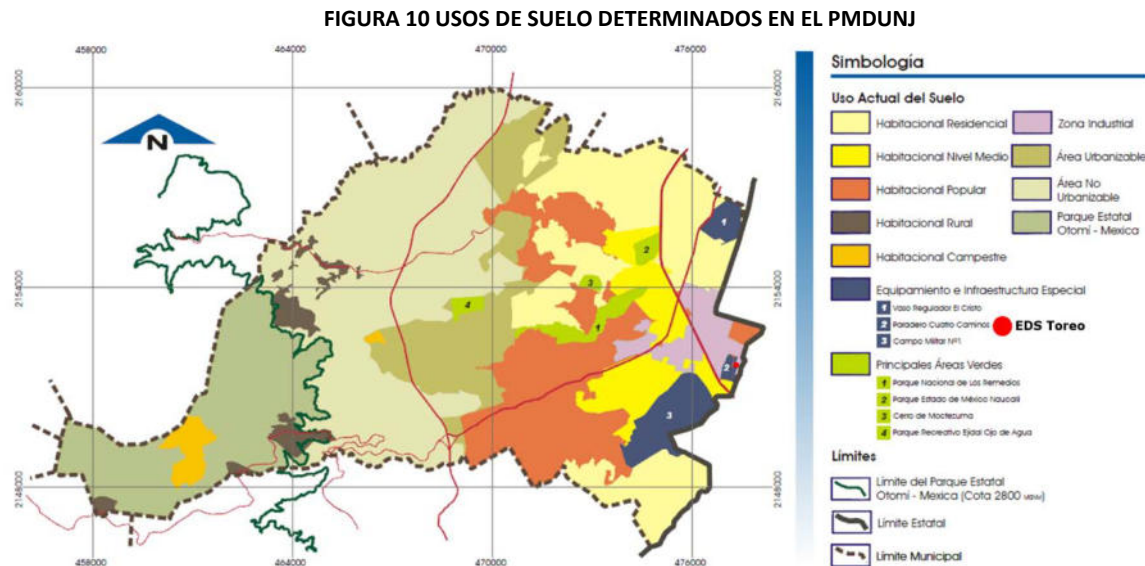
En el instrumento de ordenación urbana consultado, se define al uso Equipamiento con las siguientes especificaciones: En términos de las cifras oficiales de población, el área urbana cuenta con una cobertura de equipamiento de educación muy alta, no siendo tan satisfactorio el rubro de cultura.

Hablando del equipamiento de salud y asistencia pública existen deficiencias sobre todo en el primer nivel de atención, tratándose de especialidades la cobertura existente brinda servicios regionales. El equipamiento recreativo, de esparcimiento y áreas verdes se encuentra aún en niveles bajos y su ampliación se ve muy limitada debido a la masificación de las construcciones, sobre todo en las zonas más densamente pobladas.

El equipamiento de comercio y abasto se cubre con los mercados municipales y tianguis, que han ido perdiendo importancia, debido a la incorporación de cadenas de tiendas de autoservicio, que resultan atractivas para un importante sector de la población. Naucalpan cuenta con un rastro, instalación de enorme demanda que requiere de manera urgente su reubicación.

En el territorio municipal se cuenta con grandes extensiones de terreno dentro del área urbana, destinados a equipamiento e infraestructura con fines muy específicos, destacando: Vaso regulador “El Cristo”, donde se vierten aguas residuales provenientes hasta del Ciudad de México; Campo Militar No. 1, propiedad federal ocupada y resguardada por la Secretaría de la Defensa Nacional; instalaciones para la educación media superior y superior de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Politécnico Nacional; instalaciones para la salud pública del Instituto Mexicano del Seguro Social y del Instituto de Seguridad Social de los Servidores del Estado de México y Municipios; Instalaciones para comunicaciones y transporte público, Paradero y Estación del Metro Cuatro Caminos; y espacios verdes para la recreación y el deporte como Parque de “Los Remedios” y el Parque Estado de México “Naucailli”.

Tal como se muestra en la siguiente figura, la EDS se encuentra dentro del área de Equipamiento e Infraestructura Especial establecida dentro del instrumento consultado como “Paradero Cuatro Caminos”.



Fuente: PMDUNJ, 2007.

Asimismo, de acuerdo con la consulta realizada al Plano 8DZI, que establece que el uso de suelo determinado para la EDS es Equipamiento en modalidad ECTR (Equipamiento de Comunicación y Transporte Regional), tal como se muestra en la siguiente sección del referido plano:

FIGURA 11 ZONIFICACIÓN DEL USO DE SUELO EN EL PLANO 8DZI RESPECTO A LA EDS



Fuente: PMDUNJ, 2007.

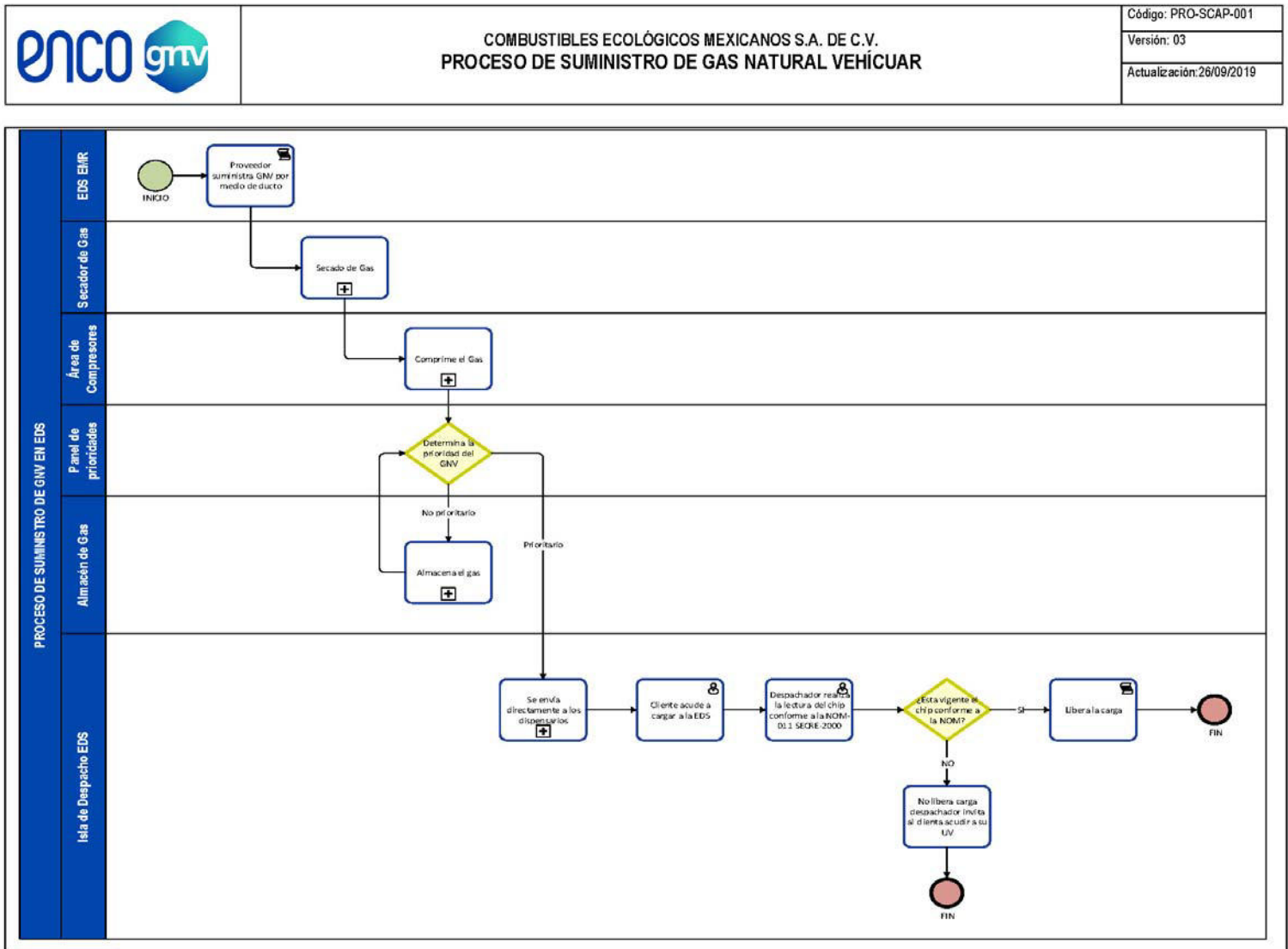
Específicamente para los equipamientos de comunicaciones y transporte que se clasifican en el Plan Municipal de Desarrollo, se indica que Naucalpan cuenta con unidades en las que se prestan distintos servicios, en el rubro de transporte se destaca como equipamiento de carácter metropolitano la Estación Terminal del Metro Cuatro Caminos, que constituye la terminal de la Línea 2 del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la Ciudad de México y el Paradero del Metro Cuatro Caminos, en el cual se realiza el cambio de modo de transporte masivo de alta capacidad al colectivo, y que da cabida a múltiples de líneas de microbuses, de autobuses urbanos y suburbanos. Este espacio administrado por el Gobierno del Estado de México se encuentra totalmente saturado tanto de vehículos como de comerciantes que se han ido consolidando al interior del paradero.

(Anexo II, Documento 6).

V. DESCRIPCION DEL PROCESO.

La estación cuenta con suministro de gas natural a través de la red de distribución de Maxi gas a la conexión el área de la Estación de Regulación y Medición, para posteriormente ser distribuida al resto de las instalaciones y finalmente al área de despachadores de gas natural a los vehículos de autotransporte, con una capacidad de almacenamiento de 2,000 L y un peso de 3,200 kg, donde únicamente se lleva el almacenamiento temporal y el trasiego de gas natural.

Atiende al sector público especialmente a los camiones de autotransporte de las flotas que tienen asentamiento en la zona del paradero Tereo (Cuatro Caminos) y demás transporte que opera y se encuentra en circulación de esta porción norte de la zona conurbada de la Ciudad de México. El diagrama de operación se muestra a continuación:



Fuente: Promovente, 2019.

VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

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.

El inicio del análisis de riesgo ambiental se sostiene sobre una metodología de tipo cualitativo, correspondiente al **Análisis Histórico de Accidentes**.

El análisis histórico de accidentes, consiste en estudiar algunas estadísticas de accidentes importantes registrados en el pasado en instalaciones similares o con productos idénticos o de la misma naturaleza. Su análisis permite percibir el perfil cualitativo del tema objeto del presente texto: análisis, prevención y mitigación de los accidentes en la industria (Storch de Gracia, 1998).

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.

El ámbito de aplicación de esta metodología observa una utilidad, principalmente, para el establecimiento de posibles riesgos en una instalación; 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 acaecidos en la República Mexicana, conforme los siguientes puntos:

Estadística General de Accidentes

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

TABLA 5
EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA 2000-2014.

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
Campoche	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 Potosí	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
Total	596	544	470	454	502	455	362	405	350	368	339	426	618	606	1095	7590	100.00	
Eventos / Día	1.63	1.49	1.29	1.24	1.38	1.25	0.99	1.11	0.96	1.01	0.93	1.17	1.69	1.66	3.00	1.39		

Fuente: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias (COATEA)/PROFEPA en <http://www.ine.gob.mx/ueaje/publicaciones/gacetas/381/sarmiento.html>

Durante el periodo 2000-2014, se puede decir que anualmente se registran en México un promedio de 506 emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas; aunque estas cifras sólo incluyen aquellos eventos que son del conocimiento de la PROFEPA, por lo que debe haberse suscitado un número mayor; sin embargo, es información que proporciona una idea clara sobre el comportamiento y tendencias de los mismos.

Como se aprecia, la Ciudad de México, se encuentra registrado en 14º lugar, con respecto a incidencia de emergencias ambientales, esto es debido a que, actualmente, las actividades secundarias (industriales) en la entidad presentan un número elevado, además de tener en su territorio diversas instalaciones y medios de distribución de hidrocarburos.

De los accidentes reportados, la PROFEPA establece que las principales sustancias involucradas, son:

TABLA 6.
PRINCIPALES SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EMERGENCIAS AMBIENTALES.

Sustancias	Porcentaje (%)	Acumulado (%)	Gráfico (%)
Petróleo Crudo	39.07	39.07	39.07
Gasolina	9.00	48.06	9.00
Diesel	7.23	55.29	7.23
Combustóleo	5.00	60.29	5.00
Amoniaco	3.34	63.63	3.34
Gas L.P.	2.76	66.39	2.76
Gas Natural	2.28	68.67	2.28
Acido Sulfúrico	1.95	70.63	1.95
Acido Clorhídrico	0.93	71.55	0.93
Asfalto	0.88	72.43	0.88
Otras Sustancias (548)	27.57	100.00	27.57
Total:	100.00		

Fuente: <http://www.profeпа.gov.mx/PROFEPA/EmergenciasAmbientales/AnalisisNacionaldeEmergenciasAmbientales/AnalisisNacional.htm>

A este respecto, se aprecia que el Gas Natural, se encuentra incluido dentro de las principales sustancias involucradas en emergencias ambientales, estando ubicado específicamente en el 7º lugar de incidencia, relacionados con el 2.28% de los accidentes que se tuvo conocimiento por la PROFEPA.

Por otra parte, de los accidentes reportados en México, la mayoría son relacionadas con actividades de transporte (67.00%), conforme se establece en la siguiente tabla.

TABLA 7
ORIGEN DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS.

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
Total:	7590	1841	24.3	5086	67.0	663	8.7

Fuente: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias (COATEA)/PROFEPA en <http://www.ine.gov.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/381/sarmiento.html>

En cuanto la vía de transporte de sustancias químicas peligrosas, se tiene un dominio de los medios terrestres (FFCC, carretero, ducto), con un porcentaje del 94.5% de frecuencia.

TABLA 8
ORIGEN DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS.

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	454	411	90.5	43	9.5
2004	502	390	77.7	112	22.3
2005	455	414	91.0	41	9.0
2006	362	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	98.6	15	1.4
Total:	7590	7171	94.5	419	5.5

Fuente: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias (COATEA)/PROFEPA en <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/381/sarmiento.html>

Los medios de transporte involucrados en accidentes con sustancias peligrosas, son:

TABLA 9
CLASE DE TRANSPORTE ORIGEN DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS.

Año	Número de Eventos	Transporte										
		Total	FFCC		Carretero		Marítimo		Ducto		Otro	
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	422	8	1.9	134	31.8	3	0.7	277	65.6	0	0.0
2001	544	406	10	2.5	149	36.7	4	1.0	243	59.9	0	0.0
2002	470	339	9	2.7	143	42.2	6	1.8	181	53.4	0	0.0
2003	454	304	7	2.3	125	41.1	2	0.7	170	55.9	0	0.0
2004	502	280	4	1.4	99	35.4	2	0.7	175	62.5	0	0.0
2005	455	279	11	3.9	121	43.4	1	0.4	143	51.3	3	1.1
2006	362	219	2	0.9	102	46.6	4	1.8	111	50.7	0	0.0
2007	405	268	8	3.0	118	44.0	2	0.7	140	52.2	0	0.0
2008	350	217	7	3.2	133	61.3	2	0.9	74	34.1	1	0.5
2009	368	219	6	2.7	138	63.0	3	1.4	72	32.9	0	0.0
2010	339	229	5	2.2	143	62.4	2	0.9	78	34.1	1	0.4
2011	426	271	7	2.6	161	59.4	4	1.5	99	36.5	0	0.0
2012	618	402	9	2.2	177	44.0	4	1.0	210	52.2	2	0.5
2013	606	394	4	1.0	148	37.6	6	1.5	236	59.9	0	0.0
2014	1095	837	7	0.8	136	16.2	1	0.1	692	82.7	1	0.1
Total:	7590	5086	104	2.0	2027	39.9	46	0.9	2901	57.0	8	0.2

Fuente: <http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/EmergenciasAmbientales/AnalisisNacionaldeEmergenciasAmbientales/AnalisisNacional.htm>

Observando los datos anteriores, se verifica un amplio predominio de accidentes relacionados con el transporte vía terrestre de sustancias peligrosas, destacando la distribución por medio de ductos (57.0% promedio), 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 de allanamientos para el robo de combustibles o dañados por causa de obras que no respetan los distanciamientos y condiciones de seguridad establecidos por la normatividad correspondiente.

Identificación de las Causas de los Accidentes

Registro de accidentes en ductos de Gas Natural

En la siguiente tabla, se hace una reseña los antecedentes de accidentes en estaciones de Gas Natural Vehicular, con objeto de tener una referencia de riesgos potenciales eventos que pueden derivar en una emisión accidental:

TABLA 10 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES EN ESTACIONES DE GAS NATURAL VEHICULAR.

Fecha	Fuente	Tipo de incidente	Punto de generación	Descripción del evento
16/07/2019	elsoldemexico.com.mx	Fuga y explosión por impacto a instalaciones	Zona de almacenamiento	Esta madrugada la dirección de Protección Civil en González recibió el llamado por una explosión en la gasera ubicada en Estación Manuel, de la cual, hasta el momento, no se han reportado heridos ni víctimas que lamentar. De acuerdo a los primeros informes, el incidente fue provocado por un tráiler de doble contenedor que se estrelló con una de bolls de despacho de gas, del impacto, tiró una barda y un techo, después ingresó a la estación de servicio de Gas Jebba, y al hacer contacto explotó. Dicha información fue confirmada por Juan Reyes, director de Protección Civil en González. Hasta el momento no hay reporte de personas fallecidas, sin embargo, aún no se sabe nada del chofer del tráiler.
02/05/2018	info7.mx	Fuga y explosión por sobrepresión en cilindro de vehículo receptor	Zona de despacho	Cámaras de seguridad de una estación de servicio captaron el momento en que una camioneta explotó mientras era abastecida de gas. Los hechos ocurrieron en una estación de gas natural vehicular (GNV), ubicada en São Gonçalo, en la región metropolitana de Río de Janeiro, en abril de 2017. En el lugar, una mujer perdió la vida y dos hombres quedaron heridos. En los videos se aprecia cómo un hombre baja del vehículo para cargarlo de combustible, mientras hablaba con una mujer que había quedado al interior. Segundos después, se produce una explosión que lanza al hombre por espacio de dos metros, mientras que un despachador que estaba cerca de la camioneta logra huir, aunque con algunas quemaduras; el cuerpo de la mujer quedó totalmente carbonizado, a consecuencia del estallido. Según las autoridades, la explosión se produjo tras un aumento de la presión en el cilindro de gas. También indicaron que, de acuerdo a las normas de seguridad de los automóviles con GNV, las personas deben

Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores
EDS TOREO

Fecha	Fuente	Tipo de incidente	Punto de generación	Descripción del evento
				permanecer afuera del vehículo, mientras se le recarga de combustible. Con la difusión del video, se ha buscado que la población brasileña atienda las recomendaciones de seguridad al momento de abastecer de combustible éstos automóviles.
08/10/2017	unotv.com	Fuga y explosión sin determinar causa	Zona de despacho	Al menos seis personas han muerto y 35 han resultado heridas al estallar esta pasada noche una estación de gas en la capital de Ghana, Acra. Así lo ha hecho saber a la televisión estatal el adjunto a la jefatura del Servicio Nacional de Bomberos, Prince Billy Anaglate, quien confirmó tres muertos en el acto y otros tres que han sucumbido a sus heridas en el hospital. Cuatro de los heridos se encuentran en estado crítico. La explosión se ha producido en torno a las 19.30 hora local en una estación de gas natural licuado y se ha extendido a una gasolinera. La bola de fuego generada por las detonaciones se ha visto a kilómetros de distancia y los daños materiales se cuentan por decenas de miles de dólares. El incendio inicial está en gran medida bajo control gracias al despliegue de alrededor de 200 agentes de Policía en la zona. Además, seis equipos de bomberos y varias ambulancias también han acudido al lugar de los hechos.
25/06/2017	diariolibre.com	Fuga y explosión por uso de equipo no apto para Gas Natural en vehículo receptor	Zona de despacho	Un empleado de una estación de combustible de Bávaro resultó herido la noche de este sábado momentos en que explosionó un vehículo al que le echaba gas natural. El hecho ocurrió a las 7:20 de la noche en la estación de gas natural Sunix, que está ubicada en la avenida Barceló, próximo al cruce de Coco Loco en Bávaro, provincia La Altagracia. El herido Gensy Manuel Arcángel Medina, de 22 años, quien resultó con trauma en el muslo derecho y laceraciones múltiples, según diagnóstico en el Centro Médico Punta Cana. La explosión se originó porque le habían echado gas natural a un tanque de nitrógeno” del carro Kia Picanto del año 2012, placa A568774, blanco, dice un reporte preliminar de la Policía. Al momento de la explosión el conductor del vehículo no se encontraba dentro del mismo. Las autoridades desconocen su paradero.
15/09/2016	elheraldo.co	Fuga y explosión por operación deficiente	Zona de compresión	Autoridades atribuyen la tragedia a una “mala manipulación” de un compresor de gas. Accidente se registró en la estación de servicio ubicada en la

Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores
EDS TOREO

Fecha	Fuente	Tipo de incidente	Punto de generación	Descripción del evento
				Cordialidad con carrera 10. Las autoridades atribuyen a una posible “mala manipulación” la explosión de un compresor de 200 libras de gas natural vehicular, la cual causó las muertes de cuatro personas y heridas a cuatro. “Había un personal técnico haciendo un mantenimiento al compresor y, al parecer, hubo una mala manipulación”, informó en el lugar el capitán Jaime Pérez, comandante del Cuerpo de Bomberos. El accidente se registró este miércoles a las 11:20 de la mañana, en la estación de servicio (EDS) Biomax ubicada en la avenida Cordialidad con carrera 10, suroccidente de Barranquilla. La información fue corroborada por el propietario de la EDS, Alberto Henríquez, quien informó que el estallido se registró “cuando el personal de mantenimiento trabajaba” en el dispositivo que surte a las islas que abastecen a los vehículos. El hecho generó temor en habitantes del sector, y un caos vehicular sobre la Circunvalar. En el lugar perdieron la vida Édison Hernández Oliveros, Ever Antonio Rojano Esparragoza y John Freddy Sánchez. Jorge Pertuz Marriaga, ingeniero mecánico de 40 años, falleció de un paro cardiorrespiratorio a las 4:20 p.m. en la clínica La Merced, adonde ingresó con lesiones en la cabeza, fractura de tibia, peroné y cúbito. Era dueño de la empresa a cargo del mantenimiento, informó un tío suyo.
02/07/2016	cuatro.com	Fuga y explosión por impacto a instalaciones	Zona de almacenamiento	Una estación de gas natural ha explotado en la ciudad de Michigan (Estados Unidos) después de que un coche se haya estrellado contra ella. El fuego, visible desde el aire y desde bastantes kilómetros de lejanía, ha provocado que los bomberos hayan tenido que evacuar el barrio cercano. El portavoz de los bomberos ha confirmado a los medios que las llamas han alcanzado a dos edificios de la instalación, aunque no hay heridos.
29/07/2014	sec.cl	Fuga y explosión por uso de equipo no apto para Gas Natural en vehículo receptor	Zona de despacho	La Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, a través de su Dirección Regional de Magallanes, sancionó con una multa de 180 UTM (Unidades Tributarias Mensuales), algo más de 7,5 millones de pesos a los responsables de la Estación de Servicio, EE.SS., COPEC, de Diagonal Don Bosco, de Punta Arenas, por su responsabilidad en la explosión de una camioneta mientras cargaba Gas Natural Comprimido (GNC). Como se recordará, el accidente se produjo en las primeras horas del viernes 21 de marzo pasado, en momentos en que dos ocupantes de una camioneta

Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores
EDS TOREO

Fecha	Fuente	Tipo de incidente	Punto de generación	Descripción del evento
				Chevrolet llegaron al establecimiento para cargar combustible, vehículo que contenía dos tanques de carga irregulares. Mientras se realizaba dicho procedimiento, se produjo una violenta explosión, la que dejó lesionados al funcionario de la EE.SS., y a los dos ocupantes de la camioneta, además de algunos daños en propiedades colindantes. INFRACCION A LA NORMA El Director Regional de SEC Magallanes, Juan Barticevic, sostuvo que “la investigación permitió comprobar que los tanques de carga de la camioneta no eran aptos para ser abastecidos con GNC y que además el vehículo no contaba con el distintivo que certifica que haya aprobado su revisión técnica para usar este tipo de combustible”. Ello permitió llegar al convencimiento de que los responsables de la EE.SS, cometieron dos infracciones a la normativa vigente. “En la primera, el funcionario de la EE.SS. efectuó la operación de suministro de GNC, sin exigir la exhibición del distintivo que acredita que dicho vehículo haya aprobado la revisión técnica para este tipo de combustible, y la segunda se refiere a la falta de personal capacitado, y debidamente entrenado, en los aspectos de seguridad relativos al GNC”, sostuvo Barticevic. Esta investigación, llevada adelante por el organismo fiscalizador, es paralela e independiente de la que lleva el Ministerio Público, la que persigue responsabilidades penales, y dentro de la cual se ha anunciado la decisión de formalizar al conductor de la camioneta por cuasidelito de lesiones graves, luego que el funcionario de la EE.SS. resultará con uno de sus dedos amputados, producto de la explosión.
01/01/2005	lanacion.com.ar	Fuga y explosión por uso de equipo no apto para Gas Natural en vehículo receptor	Zona de despacho	Dos personas murieron y otras cinco resultaron heridas al explotar un auto mientras, aparentemente, recibía una carga de gas natural comprimido en una estación de servicio de Ituzaingó. Según las primeras informaciones, una familia llegó a la estación de servicio para cargar GNC, pero sus integrantes no descendieron del vehículo, como se requiere. En ese momento se produjo la explosión, que costó la vida a un joven de 17 años y a otro menor de edad, cuyos datos no fueron proporcionados.
18/11/2003	emol.com	Fuga y explosión por uso de equipo no apto para Gas Natural en vehículo receptor	Zona de despacho	Nelson Lavín, bombero de la estación Copec de Vitacura, cambió su turno para ver el partido de Chile. Estaba saliendo del minimarket Pronto cuando sintió una explosión y vio volar a dos cuerpos.

Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores
EDS TOREO

Fecha	Fuente	Tipo de incidente	Punto de generación	Descripción del evento
				El Renault Megáne gris que cerca de las 21.15 horas cargaba gas natural se despedazó mientras un ruido ensordecedor y una densa nube negra cubrían el sector de Vitacura, entre Luis Carrera y Manquehue. Félix Bulnes, el conductor, falleció al instante. Pablo Moreno, uno de los bomberos, murió poco después cuando era trasladado a la Clínica Alemana, recinto donde llegaron los dos heridos de gravedad - aunque otras versiones hablan de cuatro-: la pareja del conductor y su hijo de 3 años. Alejandro Rivadeneira, de la prefectura oriente de Carabineros, explicó que el accidente se produjo cuando Bulnes se bajó del auto -que continuaba cargando combustible- y, acompañado por un bombero del servicentro, abrió la maleta donde va el estanque, porque habría sentido un fuerte olor a gas. Era cerca de las 21.20 horas. El uniformado agregó que la explosión se habría producido por una falla del vehículo y no de la máquina de la estación de servicio, lo que aún se está verificando. Aún impactado, Nelson Lavín dijo que "podría haber estado en su lugar perfectamente, me salvé de milagro, porque si hubiera llegado dos minutos antes me hubiera pillado la explosión", relató recordando que nunca se había producido un accidente en esa estación. Debido a los escapes de gas, cuarenta voluntarios de tres compañías de Bomberos -una especializada en el manejo de materiales peligrosos- están controlando la salida del gas y evitando su propagación. El lugar, donde llegó personal de Investigaciones, permanece acordonado y evacuado. Personal de Urgencia de la Clínica Alemana informó que los heridos aún están siendo evaluados y permanecen con diagnóstico reservado. El capitán de bomberos Cristóbal Goñi, de la 15a. Compañía de Bomberos recalcó que los sistemas de abastecimiento son seguros y cuando se produce este tipo de problemas tiene que ver con la manipulación. "Aparentemente tendría que ver con el vehículo propiamente tal", declaró, pero dijo que en este momento sería una irresponsabilidad establecer culpabilidades. Sin embargo, funcionarios del servicentro y testigos, afirman que el olor a gas se sentía antes de que el vehículo comenzara a llenar su estanque de combustible. Goñi relató que la llama inicial tras la explosión se apagó en forma inmediata, gracias a la reacción de los funcionarios del lugar quienes rápidamente usaron los extintores disponibles, "lo que ayudó a disminuir la propagación del fuego". De acuerdo a la

Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores
EDS TOREO

Fecha	Fuente	Tipo de incidente	Punto de generación	Descripción del evento
				versión preliminar de Bomberos, el estallido se habría producido en el cilindro del vehículo que se ubica en la maleta del auto. Lorenzo Gazmuri, gerente comercial de Copec, expresó su dolor por la muerte del cliente de la estación y del bombero y aclaró que se trata de un hecho absolutamente inusual, porque en la estación se atiende un gran número de vehículos que usan el sistema de gas natural como combustible todos los días. Gazmuri subrayó que la estación cumple con los más altos estándares de seguridad y por lo mismo en la empresa están muy sorprendidos de que esto haya ocurrido.
25/03/2000	lavo.com.ar	Fuga y explosión por uso de equipo no apto para Gas Natural en vehículo receptor	Zona de despacho	Expertos investigaban ayer las causas de la explosión de una casilla rodante, ocurrida cuando le cargaban gas natural comprimido (GNC) en una estación de servicio, en el departamento de Godoy Cruz (Mendoza), que causó la muerte de dos turistas franceses y heridas leves a tres personas. Los muertos, que se trasladaban en la casilla rodante, fueron identificados como Gabriel Jackue Jean Giral, de 66 años, y Michelle Marie Antoniete Rodier, de 62, informaron voceros policiales. Además, hubo tres heridos con escoriaciones leves, que fueron atendidos y derivados a sus hogares, sin que trascendieran sus nombres. El accidente, en el que interviene el juez de Instrucción Alfonso Scott, quien ordenó el secreto de sumario, ocurrió ayer cerca de las 9.15, en la estación de servicio Shell, ubicada en el carril Rodríguez Peña y el Acceso Sur, en Godoy Cruz, a 5 kilómetros de la capital mendocina. Al lugar arribó la pareja de turistas que pasaba unos días de esparcimiento en la provincia, con su casilla rodante marca Mercedes Benz, patente 4849GF48, de Francia. Llegados a la estación de servicio, uno de los operarios conectó la manguera para cargar GNC y se dirigió hacia otro surtidor para atender a un cliente y en ese instante el tanque explotó causando la muerte inmediata de la pareja. Pese a la confusión reinante en el lugar, autoridades de Defensa Civil aseguraron que el tubo "no era el autorizado ya que servía para gas licuado y no para gas natural comprimido (GNC)". Tras el estallido, el tubo salió despedido por el costado derecho de la casilla rodante y arrasó los dos surtidores de GNC de la isla uno de la estación Shell. En los restos que quedaron del tanque, a unos 30 metros de la explosión, se podía leer la marca del tubo, de origen italiano. Joaquín Villanueva, titular de Enargas de Mendoza, el ente regulador de gas, reveló que esa estación de servicio tenía como antecedentes

Fecha	Fuente	Tipo de incidente	Punto de generación	Descripción del evento
				"dos clausuras anteriores, una en 1997 y la otra en 1999, por expender gas sin oblea", (que certifica la habilitación del equipo para recibir gas natural comprimido).

En total se analizaron 10 eventos de riesgo en la operación de estaciones de Gas Natural Vehicular, generándose el siguiente comportamiento:

TABLA 11 EVENTOS DE RIESGOS EN DUCTOS DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL.

Evento	Cantidad	Porcentaje
Fuga y explosión por impacto a instalaciones	2	20.00
Fuga y explosión por sobrepresión en cilindro de vehículo receptor	1	10.00
Fuga y explosión por uso de equipo no apto para Gas Natural en vehículo receptor	5	50.00
Fuga y explosión por operación deficiente	1	10.00
No determinada	1	10.00
Total	10	100.00

FIGURA 12 RESUMEN DE EVENTOS EN ESTACIONES DE GAS NATURAL VEHICULAR.



De la información anterior, se puede concluir que el principal riesgo en las estaciones de Gas Natural Vehicular está asociado a la fuga y explosión por uso de equipo no apto para Gas Natural en vehículo receptor.

VI.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES.

Explosión

Una explosión de Gas Natural comprimido, se puede presentar de dos formas:

Formación de nubes explosivas

Una nube explosiva se forma por la acumulación del gas proveniente de una fuga en un área determinada. Al estar mezclada con el aire en las condiciones adecuadas (encontrarse entre el límite superior e inferior de explosividad de la sustancia), y encontrar una fuente de ignición la nube puede detonar, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y como ondas de sobrepresión.

Generación de un BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explotion), es decir, una explosión del tanque por sobrecalentamiento

El fenómeno BLEVE se genera cuando un recipiente que contiene un líquido a presión se sobrecalienta por una fuente externa y origina que la sustancia se evapore o se expanda causando una sobrepresión interna, la cual puede ocasionar la ruptura violenta de éste, liberándose una gran cantidad de energía en forma de calor y sobrepresión.

Incendio

Incendio tipo “antorcha”

Este fenómeno también conocido como *chorro turbulento*, inicia con la fuga de una vena de gas que se dispersa debido a su propia presión. Al encontrar de forma casi inmediata una fuente de ignición, produciría la combustión del energético dando lugar a un fuego semejante al dardo de un soplete, es decir, una llama estacionaria de difusión de gran longitud y poca anchura. Las dimensiones del incendio se verán directamente relacionadas a la cantidad de material fugado y su tiempo de desarrollo.

Bola de fuego

Llama de propagación por difusión, formada cuando una masa importante de combustible asciende por contacto con llamas estacionarias contiguas. Se forma un globo incandescente que asciende verticalmente y que se consume con gran rapidez.

VI.2. CON BASE EN 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 OPERATIVIDAD (HAZOP) Y ÁRBOL DE FALLAS, ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO (FMEA) Y ÁRBOL DE FALLAS; O LA COMBINACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS ANTERIORES, DEBIENDO APLICAR LAS METODOLOGÍAS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES PROPIAS DE LA MISMA.

Las metodologías que se utilizarán para la determinación del riesgo involucrado a la operación de la estación, son las metodologías conocidas como **¿Qué Pasa Si...? (What If...)** y **HAZOP (Hazard and Operability)**.

¿QUE PASA SI...?

Esta metodología permite identificar situaciones riesgosas que conducen a accidentes específicos que podrían producir una consecuencia no deseable. Con esta técnica es posible identificar situaciones que conllevan a un accidente, sus consecuencias, medidas de seguridad y propuestas de alternativas que permitan minimizar los riesgos. En este caso la lista de chequeo es una herramienta adecuada por su sencillez, además de que por norma general es recomendada para la evaluación de riesgo de instalaciones en proyecto (nueva obra). La lista de chequeo está basada en la experiencia en operaciones similares y sugiere áreas o puntos de interés.

HAZOP

La metodología HAZOP, es un procedimiento que permite reconocer riesgos difícilmente reconocibles por simple observación o revisiones de seguridad de tipo general. En la aplicación de esta metodología, se cuestiona a cada una de las partes críticas del proceso para descubrir que desviaciones del propósito original pueden ocurrir y determinar cuáles de éstas pueden dar lugar a riesgos al personal, proceso o instalaciones.

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

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
EN LA ESTACIÓN DE GAS NATURAL VEHICULAR.**

METODOLOGÍA ¿QUÉ PASA SÍ...?

¿Que pasa si...?	Consecuencia/ riesgo	Medidas de prevención, control o mitigación
Suministro con presión superior a la programada.	Se genera sobrepresión en líneas de servicio.	PARAR LA OPERACIÓN. La estación de regulación y medición cuenta con dos líneas de regulación. Se dispone de una válvula de Interceptación de máxima presión (VIS) y de un Regulador incorporado con VIS de máxima y mínima. Verificar que los operadores cuenten con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia.
Existe un mal funcionamiento en el compresor	Se genera sobrepresión en cilindros tanques de cascada.	PARAR LA OPERACIÓN. Los cilindros cuentan con dispositivos de seguridad, para desfogue de sobrepresión. Los cilindros cuentan con sensor de sobrellenado. Realizar mantenimiento preventivo y correctivo periódico al equipo de referencia (compresor). Verificar que los operadores cuenten con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia.
Las luminarias y conexiones eléctricas en el área de compresión y tanques de cascada no son a prueba de explosión.	Constituyen una potencial fuente de ignición y ser causa de explosión si se genera una fuga de gas.	Verificar que las instalaciones sean a prueba de explosión y conserven esta condición en todo momento. Dar mantenimiento preventivo a las instalaciones eléctricas, verificando que éstas se encuentren en buenas condiciones y conserven su condición de a prueba de explosión.
Existe fallas en las conexiones al sistema de tierra.	Se puede generar energía estática, que podría ser fuente de ignición para los vapores de gas, en caso de que una fuga se presente simultáneamente.	Mantener las instalaciones conectadas a tierra. Verificar el cumplimiento a las rutinas de mantenimiento del sistema eléctrico en general preestablecidas en el programa calendarizado de la estación.

¿Que pasa si...?	Consecuencia/ riesgo	Medidas de prevención, control o mitigación
Existe una fractura en la líneas de conducción del gas de los compresores a los tanques de cascada.	Se presenta una fuga, que en caso de encontrarse con una fuente de ignición generaría una explosión con dimensiones proporcionales a la cantidad de energético fugado.	Mantener en perfecto estado los aditamentos de la zona de compresión y tanques de cascada. Verificar que los operadores cuenten con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia. Realizar anualmente una Auditoria de Seguridad en las instalaciones, verificando las condiciones físicas de las diversas líneas de distribución del gas.
Los dispositivos de medición y control de presión y nivel de tanques de cascada no operan correctamente.	No se tendría control del nivel del energético en el almacenamiento, pudiéndose rebasar el nivel máximo permitido, accionándose las válvulas de relevo, descargándose una cantidad de gas a la atmósfera, la cual puede explotar y causar daños severos.	Cumplir con un programa de mantenimiento e inspección de los dispositivos de control y seguridad de los tanques de cascada, equipos, tuberías y accesorios de toda la instalación. Realizar anualmente una Auditoria de Seguridad en las instalaciones, checando los dispositivos antes señalados. El personal debe contar con la capacidad para operar los sistemas contra incendio de manera eficaz y por demás rápida.
No se verifica en el período correspondiente el espesor de tanques de cascada.	La corrosión externa causada por el intemperismo en tanques, puede ser causa de fuga gradual del gas almacenado con riesgo de explosión si se encuentra alguna fuente de ignición.	Establecer y observar el cumplimiento estricto a un programa de inspección de espesores de los tanques de almacenamiento de gas. Aplicar de forma programada recubrimiento anticorrosivo a todos los componentes del sistema a fin de disminuir la corrosión del mismo de manera eficiente. Realizar anualmente una Auditoria de Seguridad en las instalaciones, verificando las condiciones anteriores.
Existe un incendio en la estación de Gas Natural comprimido.	Si el incendio llega a afectar a alguno de los módulos de cascada puede originar una BLEVE.	Mantener en buen estado todas las instalaciones, especialmente el sistema eléctrico. Realizar un programa de orden y limpieza para la estación. Mantener en buen estado y con carga suficiente los extintores. Retirar del área todos los vehículos. Suspender las operaciones de trasiego y cerrar las válvulas de control de flujo. Verificar que los operadores cuenten con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia.

¿Que pasa si...?	Consecuencia/ riesgo	Medidas de prevención, control o mitigación
Existe una fractura en alguna de las mangueras de despacho	Se presenta una fuga, que en caso de encontrarse con una fuente de ignición generaría un explosión.	Accionar la válvula de cierre rápido correspondiente. Mantener en perfecto estado los aditamentos de la zona de despacho. Verificar que los operadores cuenten con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia.
Se tiene acceso a las instalaciones personas ajenas con el objeto de provocar disturbios o actos que atenten contra la seguridad de la estación.	Debido a los disturbios pueden ocasionarse daños a las instalaciones.	Tener un estricto control de las personas que entran al centro de trabajo.
Las luminarias y conexiones eléctricas en el área de despacho no son a prueba de explosión.	Constituyen una potencial fuente de ignición y ser causa de explosión si se genera una fuga de gas.	Verificar que las instalaciones sean a prueba de explosión y conserven esta condición en todo momento. Dar mantenimiento preventivo a las instalaciones eléctricas, verificando que éstas se encuentren en buenas condiciones y conserven su condición de a prueba de explosión.
Se encienden cigarrillos o fósforos dentro de las instalaciones de la estación.	Puede generarse un incendio al coincidir con fugas del gas.	Prohibir estrictamente fumar en el interior de la estación en todo momento. Verificar la colocación de señalamientos de seguridad que indiquen expresamente la prohibición mencionada.
Se presenta un sismo mayor de 5 grados en la escala Richter.	Posible rompimiento de tuberías y por lo tanto posibles fugas de gas.	Mantener en buen estado los conectores del sistema de tubería y probar periódicamente el funcionamiento de las válvulas no retroceso. Realizar anualmente una Auditoria de Seguridad en las instalaciones, verificando las condiciones físicas de las construcciones, que va muy relacionado con la capacidad para resistir sismos igual o mayores a esta magnitud. Realizar una evaluación del estado de las instalaciones posterior al evento.
Por una tormenta eléctrica en la zona, cae un rayo en la instalación.	Puede existir una generación de sobrecarga de energía. Existe la posibilidad de presentarse un incendio en caso de coincidir con una fuga.	Mantener en condiciones adecuadas el sistema de tierra. Proporcionar el mantenimiento programado al sistema de pararrayos y supervisar su conexión oportuna a tierra. Suspender las operaciones de trasiego y cerrar las válvulas de control de flujo. En caso de presentarse un incendio proceder al control de las fugas. Verificar que los operadores cuenten con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia.

¿Que pasa si...?	Consecuencia/ riesgo	Medidas de prevención, control o mitigación
Se presenta un sobrellenado de un cilindro de vehículo receptor.	Se presentaría la ruptura del cilindro con dimensiones proporcionales al volumen de gas contenido.	El encargado de despacho, dentro de lo posible, debe supervisar que el cilindro sea el pertinente para ser llenado con gas natural. Para ello, debe contar con la capacitación necesaria para desarrollar sus actividades en forma segura. En caso de detectarse una falla de este tipo, accionar botón de paro de emergencia para suspender el suministro de gas. El operador debe tener la capacidad de utilizar el equipo contra incendios en caso de ser necesario.
El personal que labora en la estación, no se encuentra capacitado para llevar a cabo sus actividades en forma normal y segura.	Pueden provocar un accidente, y/o, en caso de presentarse uno no sabrían cómo actuar para combatir las consecuencias.	El personal de nuevo ingreso, antes de integrarse a sus funciones, debe recibir capacitación adecuada a las mismas, así como recibir cursos sobre combate contra incendios y primeros auxilios. Además de conocer el Plan de Atención a Emergencias con que cuenta la empresa. El personal con experiencia debe someterse a continuas supervisiones de su método de trabajo y la paridad que tenga con las secuencias de operación previamente establecidas por el establecimiento.
El chofer del vehículo receptor, no apaga el motor y/o el sistema eléctrico durante la operación de despacho de gas.	Se puede generar alguna chispa que represente una fuente de ignición y en caso de presentarse simultáneamente una fuga del energético, se provocaría un incendio de tipo flame jet.	Supervisar que los conductores de los vehículos, apaguen el motor o el sistema eléctrico al realizar este tipo de operación. Supervisar que no se realice el suministro de gas mientras no se cumpla lo anterior. Colocar letreros de seguridad que indiquen la rutina de trasiego en el área de despacho.
Si no se encuentran colocados los correspondientes extintores en el área de despacho durante la operación de carga.	No se tendría la posibilidad de apagar un conato de incendio en el menor tiempo posible.	Asegurarse que siempre existan extintores en el área donde se lleva a cabo la operación de despacho. Verificar que los extintores cuenten con la recarga vigente y su colocación cumpla con estar libre de obstáculos y a una altura que facilite su uso oportuno en caso de incidente relacionado con fuego.
Las mangueras con las cuales se realiza el despacho se encuentran deterioradas por su uso cotidiano, la falta de un mantenimiento preventivo o empleo no adecuado.	Existe la posibilidad de ruptura de las mismas con la consecuencia de fugas variables en su cuerpo.	Realizar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a las mangueras. Evitar el arrastre de las mangueras. Vigilar que las mangueras se coloquen en posición que no forcé su resistencia mecánica al momento de no estar en uso, es decir, cuidar que durante su guardado no se entrelace o se haga "nudo". En caso de presentarse una ruptura en las mangueras, interrumpir la operación.

¿Que pasa si...?	Consecuencia/ riesgo	Medidas de prevención, control o mitigación
La válvula break away no cierra oportunamente al existir ruptura de manguera o tubería.	Se presenta una fuga considerable hasta que no se accione las válvulas manuales de control.	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo periódico a las válvulas, de acuerdo a la calendarización establecida previamente por la empresa. En caso de presentarse la falla se debe suspender la operación accionando las válvulas de cierre rápido. Se verifica que los operadores cuentan con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia.
Existe una fractura en las líneas de conducción del gas por un impacto de un vehículo.	Se presenta fuga con flujo proporcional al tamaño de la ruptura.	En cada una de las islas de despacho, la zona de compresión y la estación de regulación y medición, cuentan con elementos civiles para la protección contra impactos por vehículos Se verifica que los operadores cuentan con la capacitación adecuada para responder en caso de una emergencia.

METODOLOGÍA HAZOP

SISTEMA A ANALIZAR: ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.

Propósito del sistema.- Regular el suministro del Gas Natural, conforme a los criterios de operación establecidos por diseño.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
Flujo	No	No existe flujo del energético en la línea de suministro.	Fuga en conexiones de la línea de suministro por falta de mantenimiento.	El Gas Natural se dispersa en la zona de operación. En caso de existir condiciones ideales de homogeneidad y en presencia de una fuente de ignición es posible provocar una explosión.	La línea de distribución está seccionada por válvulas de control manual para cierre parcial al área. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se realiza mantenimiento preventivo correspondiente conforme al programa establecido en la empresa.	En caso de ser necesario, hacer el cambio de las conexiones, acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante.	El encargado de mantenimiento debe registrar oportunamente las acciones de mantenimiento realizadas.
			Algunas de las boquillas en elementos de regulación del Gas Natural, colocadas en el sistema se encuentran obstruidas.	El Gas Natural se acumula gradualmente y genera una sobrepresión en el sistema.	En el centro de trabajo, se aplica un programa de mantenimiento preventivo periódico a todos los dispositivos de control instalados en la línea de aprovechamiento del gas. De forma particular, el sistema de aprovechamiento del Gas Natural, cuenta con válvulas de alivio a lo largo de la trayectoria de tuberías, a manera de proteger a la instalación por sobrepresiones.	Mantener jornadas de capacitación del personal operativo de forma permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo tanto en labores de mantenimiento como en la operación, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartíendose pláticas de seguridad de forma periódica.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
			Conexión ineficiente entre la tubería y el equipo de regulación de Gas Natural.	Se produce una fuga constante de Gas Natural, la cual representaría un permanente riesgo en el área. En caso de existir condiciones ideales de homogeneidad y en presencia de una fuente de ignición es posible provocar una explosión.	La instalación del sistema de aprovechamiento de Gas Natural fue realizada por una compañía especializada en el rubro. El sistema de tubería se sometió a pruebas de confiabilidad (hermeticidad) antes de manejar el gas. La línea de distribución está seccionada por válvulas de control manual para cierre parcial al área. Se han instalado equipos para el control de incendios. Para prevenir la generación de atmósferas explosivas por acumulación del Gas Natural, las instalaciones tienen ventilación suficiente.	Establecer jornadas de capacitación del personal de mantenimiento de forma frecuente y permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartándose pláticas de seguridad de forma periódica.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
	Mayor	Mayor flujo de Gas Natural introducido al sistema de distribución.	El suministro de Gas Natural se ve incrementado por deficiencia en los equipos de regulación.	Se pueden afectar las condiciones de control en las etapas posteriores de aprovechamiento e incluso sobrepresiones.	La instalación del sistema de aprovechamiento de Gas Natural fue realizada por una compañía especializada en el rubro. El sistema de tubería se sometió a pruebas de confiabilidad (hermeticidad) antes de manejar el gas. La línea de distribución está seccionada por válvulas de control manual para cierre parcial al área. La estación de regulación y medición cuenta con dos líneas de regulación. Se dispone de una válvula de Interceptación de máxima presión (VIS) y de un Regulador incorporado con VIS de máxima y mínima.	Establecer jornadas de capacitación del personal de mantenimiento de forma frecuente y permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartiendo pláticas de seguridad de forma periódica.
Presión	Mayor	La temperatura interna de la tubería se eleva súbitamente.	Existe un conato de incendio cerca de acometida de Gas Natural, envolviendo la estación de regulación.	Existe una relación directa con el aumento de temperatura del gas y el incremento de su volumen, lo cual puede repercutir en la fuga del combustible y potencial incendio tipo antorcha.	Válvulas de seguridad en la línea de servicio. Accionar válvulas de corte general en caso de permitirse la restricción del flujo. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios. Equipo de protección personal para el combate de incendios.	Mantener el área operativa libre de materiales combustibles. Elaborar un directorio que contenga los teléfonos de emergencia y mantenerlo en un sitio de fácil acceso.	Mantener actualizada la plantilla de la brigada de combate contra incendio. Realizar simulacros de incendio por lo menos dos veces por año y registrar en una bitácora.

SISTEMA A ANALIZAR: ÁREA DE COMPRESIÓN DE GAS

Propósito del sistema.- Abastecimiento del energético conforme a los requerimientos de la estación, para su paso por tanques cascada y posterior despacho.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
Flujo de gas.	No	No hay flujo de gas en la línea de servicio.	Ruptura de tubería por desgaste	El gas se dispersa en la zona de suministro. En caso de existir condiciones ideales de homogeneidad y en presencia de una fuente de ignición es posible provocar una explosión.	Válvula de cierre rápido de acción manual. Procedimiento de trasiego. Se han instalado equipos para el control de incendios. Instalación de sensores de mezclas explosivas.	Implementar un programa de medición de espesores en tuberías. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartándose pláticas de seguridad por lo menos una vez al mes (preferentemente una vez por semana).
	Menor	Menor flujo de gas en la línea de recepción.	Falla del compresor, que a su vez puede estar involucrada con una fuga en el área de aplicación de este equipo.	En caso de presentarse una fuga en el compresor, se puede crear una explosión en presencia de una fuente de ignición en combinación con las condiciones ideales de homogeneidad.	Válvula de cierre rápido de acción manual. Se han instalado equipos para el control de incendios. Instalación de sensores de mezclas explosivas.	Conservar las jornadas de capacitación del personal operativo de forma frecuente y permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartándose pláticas de seguridad por lo menos una vez al mes (preferentemente una vez por semana).

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
	Mayor	Mayor cantidad de gas suministrado a tanques cascada.	La válvula de máximo llenado no funciona adecuadamente.	Se crea una sobrepresión interna en los tanques, que de no ser controlada puede derivar en la fractura del recipiente.	Válvula de alivio en cada tanque. Instalación de sensores de mezclas explosivas.	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de las válvulas de máximo llenado conforme al programa establecido por la empresa. En caso de ser necesario, hacer el cambio de la válvula de máximo llenado acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante. Seguir la secuencia de trasiego preestablecida, considerando de forma particular el adecuado planteamiento del inventario de combustible.	El encargado de la estación debe elaborar una bitácora diaria que registre oportunamente los movimientos de combustible.
			El compresor mantiene una elevada relación de compresión.	Puede inducir una sobrepresión interna de tanques cascada, derivando en ruptura parcial y consecuente fuga.	Válvula de alivio en cada tanque. Indicadores de lectura (manómetro). Instalación de sensores de mezclas explosivas.	Mantenimiento preventivo y correctivo permanente y continuo a los equipos del sistema de recepción del energético. A la par revisar funcionamiento del motor eléctrico con que cuenta el compresor. Registrar las tareas en la bitácora independiente del compresor.	Avisar al área de mantenimiento y solicitar la recalibración del equipo o en su caso la sustitución del mismo.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
Presión	Mayor	La temperatura interna de la tubería se eleva súbitamente.	Existe un conato de incendio cerca del área de compresores, envolviendo los equipos.	Existe una relación directa con el aumento de temperatura del gas y el incremento de su volumen, lo cual puede repercutir en la fuga del combustible y potencial incendio tipo antorcha.	Válvulas de seguridad en la línea de servicio. Accionar válvulas de corte general en caso de permitirse la restricción del flujo. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios. Equipo de protección personal para el combate de incendios.	Mantener el área operativa libre de materiales combustibles. Elaborar un directorio que contenga los teléfonos de emergencia y mantenerlo en un sitio de fácil acceso.	Mantener actualizada la plantilla de la brigada de combate contra incendio. Realizar simulacros de incendio por lo menos dos veces por año y registrar en una bitácora.

SISTEMA A ANALIZAR: TANQUE CASCADA

Propósito del sistema.- Almacenamiento provisional del gas, para posterior distribución a líneas de despacho.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
Presión	Mayor	Mayor presión interna en recipientes	Falla en válvula de máximo llenado del recipientes	Se crea una sobrepresión interna en los tanque cascada, que de no ser controlada puede derivar en la fractura del recipiente.	Válvula de alivio en cada tanque. Indicadores de lectura de nivel. Manejo de inventario del energético.	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de las válvulas de máximo llenado conforme al programa establecido por la empresa. En caso de ser necesario, hacer el cambio de la válvula de máximo llenado acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante.	El encargado de la estación debe elaborar una bitácora diaria que registre oportunamente los movimientos de combustible.
	Menor	Menor volumen contenido en los tanques, respecto al registrado en el inventario de estación.	El volumen desciende de forma intempestiva debido a la generación de una fuga masiva en un cilindro, originada por la ruptura de su cuerpo.	El gas se dispersa en la zona de suministro. En caso de existir una mezclas con aire dentro de los límites de explosividad del gas, en presencia de una fuente de ignición, se presentará una explosión.	Se han instalado pulsadores de emergencia que permiten interrumpir de forma rápida el funcionamiento de la instalación. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios.	Realizar pruebas de integridad mecánica en los tanques cascada, de conformidad a normatividad aplicable. En caso de ser necesario, hacer el cambio de los cilindros acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante. Capacitación permanente del personal para el combate contra incendios.	El encargado de mantenimiento debe elaborar una bitácora que registre oportunamente las acciones de mantenimiento realizadas.

			El volumen desciende de forma intempestiva debido a la generación de una fuga masiva en un cilindro, originada por el retiro indebido no justificado de la válvula de servicio.	El gas se dispersa en la zona de suministro. En caso de existir una mezclas con aire dentro de los límites de explosividad del gas, en presencia de una fuente de ignición, se presentará una explosión.	Se han instalado pulsadores de emergencia que permiten interrumpir de forma rápida el funcionamiento de la instalación. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios.	Conservar las jornadas de capacitación del personal operativo de forma frecuente y permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartiendo pláticas de seguridad por lo menos una vez al mes (preferentemente una vez por semana).
Temperatura	Mayor	La temperatura interna del recipientes se eleva súbitamente.	Por una fuga existente en la zona de compresión del combustible se provoca un incendio que envuelve los tanques cascada.	Existe una relación directa con el aumento de temperatura del gas y el incremento de su volumen, lo cual puede repercutir en la explosión de los recipientes.	Válvulas de seguridad en el recipiente. Se han instalado equipos para el control de incendios. Indicadores de lectura (termómetro). Se ha formado una brigada para el combate contra incendios. Equipo de protección personal para el combate de incendios.	Accionar válvulas de cierre rápido en caso de permitirse la restricción del flujo. Mantener el área operativa libre de materiales combustibles. Capacitación continua y permanente del personal operativo.	Mantener actualizada la plantilla de la brigada de combate contra incendio. Realizar simulacros de incendio por lo menos dos veces por año y registrar en una bitácora. Mantener el directorio de teléfonos de emergencia en un sitio de fácil acceso.

SISTEMA A ANALIZAR: DISTRIBUCIÓN DE TANQUES CASCADA A SISTEMA DE DESPACHO

Propósito del sistema.- Abastecimiento del energético a los cilindros montados en vehículos particulares.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
Flujo de gas.	No	No hay flujo de gas en la línea de despacho.	Fuga en el cuerpo de la manguera de abastecimiento por falta de mantenimiento.	El gas se dispersa en la zona de suministro. En caso de existir una mezcla con aire dentro de los límites de explosividad del gas, en presencia de una fuente de ignición, se presentará una explosión.	Se han instalado pulsadores de emergencia que permiten interrumpir de forma rápida el funcionamiento de la instalación. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios.	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de mangueras conforme al programa establecido por la empresa. En caso de ser necesario, hacer el cambio de las mangueras acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante. Capacitación permanente del personal para el combate contra incendios.	El encargado de mantenimiento debe elaborar una bitácora que registre oportunamente las acciones de mantenimiento realizadas.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
		.	Se produce un impacto mecánico sobre el dispensario.	En caso de que la fuga de gas encuentre una fuente de ignición en un corto tiempo, es posible que se genere el incendio tipo antorcha	Se dispone de protecciones mecánicas adecuadas para evitar posibles golpes de los autobuses o automóviles sobre los dispensarios. Se han instalado pulsadores de emergencia que permiten interrumpir de forma rápida el funcionamiento de la instalación. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios.	Conservar las jornadas de capacitación del personal operativo de forma frecuente y permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartándose pláticas de seguridad por lo menos una vez al mes (preferentemente una vez por semana).

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
			El vehículo que está en carga, se desplaza, ocasionando que se tire excesivamente la manguera hasta su ruptura.	El gas se dispersa en la zona de suministro. En caso de existir una mezcla con aire dentro de los límites de explosividad del gas, en presencia de una fuente de ignición, se presentará una explosión.	En la entrada de cada surtidor se dispondrá de una válvula manual de corte. Cada dispensario está habilitado con una válvula "break away". Se han instalado pulsadores de emergencia que permiten interrumpir de forma rápida el funcionamiento de la instalación. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios.	Conservar las jornadas de capacitación del personal operativo de forma frecuente y permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartándose pláticas de seguridad por lo menos una vez al mes (preferentemente una vez por semana).

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
	Menor	Menor flujo de gas en la línea de despacho.	Falla de la bomba, que a su vez puede estar involucrada con una fuga en el área de aplicación de este equipo.	En caso de presentarse una fuga en la bomba de despacho, se puede crear una explosión en presencia de una fuente de ignición en combinación con las condiciones ideales de homogeneidad del gas.	Se han instalado pulsadores de emergencia que permiten interrumpir de forma rápida el funcionamiento de la instalación. Procedimiento de trasiego. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios.	Mantenimiento a las bombas de llenado conforme a la calendarización predeterminada por la empresa. En su caso, realizar el cambio del equipo. Conservar las jornadas de capacitación del personal operativo de forma frecuente y permanente. Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.	La capacitación debe realizarse continuamente, como una actividad más de trabajo, impartándose pláticas de seguridad por lo menos una vez al mes (preferentemente una vez por semana).
	Mayor	Mayor cantidad de gas suministrado a recipientes portátiles rebasando el límite máximo permitido de seguridad (90%).	El sistema de control de llenado automático no funciona adecuadamente.	Se crea una sobrepresión interna en el recipiente portátil, que de no ser controlada puede derivar en la fractura del recipiente.	En la entrada de cada surtidor se dispondrá de una válvula manual de corte. Válvula de alivio en cada tanque.	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente al sistema de control automático de llenado conforme al programa establecido por la empresa. Seguir la secuencia de llenado de los recipientes portátiles montados en los vehículos.	El encargado de la estación debe elaborar una bitácora que registre oportunamente las tareas de mantenimiento a los elementos del sistema de llenado.

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Posibles causas	Consecuencias	Medidas de control	Recomendaciones	Observaciones
Temperatura	Mayor	La temperatura interna del surtidor se eleva súbitamente.	Por una fuga existente en la zona de despacho se provoca un incendio que envuelve el surtidor.	Existe una relación directa con el aumento de temperatura del gas y el incremento de su volumen, lo cual puede repercutir en la explosión del surtidor.	En la entrada de cada surtidor se dispondrá de una válvula manual de corte. Válvula de seguridad en la línea de despacho. Se han instalado equipos para el control de incendios. Se ha formado una brigada para el combate contra incendios.	Mantener el área operativa libre de materiales combustibles. Capacitación continua y permanente del personal operativo en materia de control de incendios.	Mantener actualizada la plantilla de la brigada de combate contra incendio. Realizar simulacros de incendio por lo menos dos veces por año y registrar en una bitácora. Mantener el directorio de teléfonos de emergencia en un sitio de fácil acceso.

VI.2.1. SELECCIÓN DE LOS EVENTOS DE RIESGO.

Las estaciones de gas natural vehicular, se pueden analizar desde dos vertientes:

La primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de una fuga de gas con o sin incendio, como consecuencia del mal estado o funcionamiento de equipos y de las líneas de distribución interna del energético. Esto puede ser causado por la falta de mantenimiento de las instalaciones o por daños físicos producidos por fenómenos naturales o socio-organizativos.

La segunda variable corresponde a incidentes graves por incendio o explosión en las instalaciones, un evento mayor de este tipo (explosión de nube de gas), de acuerdo a los datos estadísticos tiene pocas probabilidades de ocurrencia, dados los actuales sistemas de seguridad y prevención exigidos por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, pero aún con estas medidas de revisión y reducción del peligro a incidentes no se descarta la posibilidad de que pueda suscitarse un incidente de este tipo debido a ineficacia operativa, descuido, negligencia o sabotaje.

Por lo que, de acuerdo a la identificación de los posibles riesgos que pudieran ocurrir en el proceso de recepción, compresión, almacenamiento transitorio y despacho de gas natural, las diferentes áreas de la estación vulnerables, son las siguientes:

- ♦ Estación de regulación y medición.
- ♦ Área de compresión.
- ♦ Tanques cascada.
- ♦ Zona de despacho.

Mismas que fueron analizadas mediante la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos señaladas. A continuación, se presenta la relación de nodos analizados mediante la metodología HAZOP, así como su ponderación de riesgo, para el proyecto en cuestión.

TABLA 12
ANÁLISIS DE NODOS

Nodo	Desviación	F	C
1. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN	1.1. No existe flujo del energético en la línea de suministro.		
	1.1.1. Fuga en conexiones de la línea de suministro por falta de mantenimiento.	2	1
	1.1.2. Algunas de las boquillas en elementos de regulación del Gas Natural, colocadas en el sistema se encuentran obstruidas.	1	1
	1.1.3. Conexión ineficiente entre la tubería y el equipo de regulación de Gas Natural.	1	2
	1.2. Mayor flujo de Gas Natural introducido al sistema de distribución.		
	1.2.1. El suministro de Gas Natural se ve incrementado por deficiencia en los equipos de regulación.	2	2
	1.3. La temperatura interna de la tubería se eleva súbitamente.		
2. ÁREA DE COMPRESIÓN DE GAS	1.3.1. Existe un conato de incendio cerca de acometida de Gas Natural, envolviendo la estación de regulación.	1	3
	2.1. No hay flujo de gas en la línea de servicio.		
	2.1.1. Ruptura de tubería por desgaste	3	2
	2.2. Menor flujo de gas en la línea de recepción.		

Nodo	Desviación	F	C
	2.2.1. Falla del compresor, que a su vez puede estar involucrada con una fuga en el área de aplicación de este equipo.	2	2
	2.3. Mayor cantidad de gas suministrado a tanques cascada.		
	2.3.1. La válvula de máximo llenado no funciona adecuadamente.	1	3
	2.3.2. El compresor mantiene una elevada relación de compresión.	3	2
	2.4. La temperatura interna de la tubería se eleva súbitamente.		
	2.4.1. Existe un conato de incendio cerca del área de compresores, envolviendo los equipos.	1	3
3. TANQUE CASCADA	3.1. Mayor presión interna en recipientes		
	3.1.1. Falla en válvula de máximo llenado del recipientes	1	3
	3.2. Menor volumen contenido en los tanques, respecto al registrado en el inventario de estación.		
	3.2.1. El volumen desciende de forma intempestiva debido a la generación de una fuga masiva en un cilindro, originada por la ruptura de su cuerpo.	1	4
	3.2.2. El volumen desciende de forma intempestiva debido a la generación de una fuga masiva en un cilindro, originada por el retiro indebido no justificado de la válvula de servicio.	2	4
	3.3. La temperatura interna del recipientes se eleva súbitamente.		
4. DISTRIBUCIÓN DE TANQUES CASCADA A SISTEMA DE DESPACHO	3.3.1. Por una fuga existente en la zona de compresión del combustible se provoca un incendio que envuelve los tanques cascada.	1	3
	4.1. No hay flujo de gas en la línea de despacho.		
	4.1.1. Fuga en el cuerpo de la manguera de abastecimiento por falta de mantenimiento.	2	2
	4.1.2. Se produce un impacto mecánico sobre el dispensario.	4	2
	4.1.3. El vehículo que está en carga, se desplaza, ocasionando que se tire excesivamente la manguera hasta su ruptura	3	2
	4.2. Menor flujo de gas en la línea de despacho.		
	4.2.1. Falla de la bomba, que a su vez puede estar involucrada con una fuga en el área de aplicación de este equipo.	1	2
	4.3. Mayor cantidad de gas suministrado a recipientes portátiles rebasando el límite máximo permitido de seguridad (90%).		
	4.3.1. El sistema de control de llenado automático no funciona adecuadamente.	2	2
	4.4. La temperatura interna del surtidor se eleva súbitamente.		
	4.4.1. Por una fuga existente en la zona de despacho se provoca un incendio que envuelve el surtidor.	1	3

F = Frecuencia
C = Consecuencia

Para la jerarquización de los riesgos identificados mediante los métodos utilizados (HAZOP y Que pasa Sí ?), se utilizó una Matriz de Interacciones, la cual se describe a continuación.

Matriz de Interacciones

Este método sirve para jerarquizar los eventos que pueden presentarse, asignando un índice de frecuencia y un índice de consecuencias, tomando al producto de los dos índices para llegar a un índice individual. El índice de frecuencia es determinado por apreciación en vez de realizarlo de una forma rigurosa. El índice de consecuencias, se determina en función a la estimación de consecuencias.

Debido a que la asignación de los índices es por apreciación, se están tomando los siguientes criterios utilizados.

TABLA 13.
CRITERIOS USADOS PARA LA ASIGNACIÓN DE ÍNDICES DE FRECUENCIA

Valor de frecuencia	Orden de la magnitud	Probabilidad o frecuencia
4	10% de probabilidad por año	Altamente probable, tiene una posibilidad de ocurrencia del 100%
3	1% de probabilidad por año	Probable, Grandes posibilidades de ocurrencia, probabilidad de ocurrencia entre un 10 al 100%
2	Una vez en 1,000 años	Posible, algunas posibilidades de ocurrencia, probabilidad de ocurrencia entre el 1 y 10%
1	Una vez en 10,000 años	Improbable, mínima o ninguna probabilidad de ocurrencia, probabilidad de ocurrencia menor al 1%

TABLA 14.
CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA ASIGNACIÓN DE ÍNDICES DE CONSECUENCIAS

Valor	Severidad	Descripción del impacto o severidad				
		Personas	Ambiente	Economía	Operaciones	Propiedad
4	CATASTRÓFICO Extremadamente peligroso	Muerte o lesiones fatales	Pérdidas de especies y subespecies	Pérdida total e incapacidad de reactivar el negocio	Parada total de la planta por más de un mes	Más del 50% de la propiedad con severos daños.
3	CRÍTICO Altamente Peligroso	Lesiones graves a las personas. Desehabilidades permanentes	Daños graves a las especies	Pérdidas parciales que incapacitan temporalmente al negocio	Parada total de la planta o la mayor parte de ésta por más de 2 semanas	Más del 25% de la propiedad con severos daños.
2	MARGINAL Medianamente peligroso	Lesiones menores no deshabilitadoras	Organismos parcialmente afectados	Pérdidas menores que incapacitan al negocio temporalmente	Parada total de un área o sistema operativo de la planta por más de una semana.	Más del 10% de la propiedad con severos daños.
1	DESPRECIABLE Mínimo o ningún peligro	Tratamiento de primeros auxilios	No hay impacto en el ambiente	Pérdidas menores que no incapacitan al negocio	Parada total de un área o sistema operativo de la planta por más de 24 horas.	Menos del 1% de la propiedad con severos daños.

Con los índices de frecuencia y consecuencia, se calcula el índice de riesgo:

$$\text{Índice de Riesgo} = \text{Índice de frecuencia} \times \text{Índice de consecuencia}$$

Con dicho índice de riesgo se dirige a la matriz para determinar su peligrosidad.

TABLA 15
MATRIZ DE RIESGO DEL PROYECTO POR NODOS ANALIZADOS

FRECUENCIA	4	4	4.1.2 8	12	16
	3	3	2.1.1, 2.3.2, 4.1.3 6	9	12
	2	1.1.1 2	1.2.1, 2.2.1, 4.1.1, 4.3.1 4	6	3.2.2 8
	1	1.1.2 1	1.1.3, 4.2.1 2	1.3.1, 2.3.1, 2.4.1, 3.1.1, 3.3.1, 4.4.1 3	3.2.1 4
		1	2	3	4
	SEVERIDAD				

ALTAMENTE PELIGROSO PARA LA INSTALACIÓN
PELIGROSO PARA LA INSTALACIÓN
MODERADAMENTE PELIGROSO PARA LA INSTALACIÓN
MUY POCO PELIGROSO PARA LA INSTALACIÓN

EVENTO SELECCIONADO

Del análisis realizado, se determinan los siguientes escenarios como Eventos Máximo Catastrófico y Máximo Probable, para la sustancia de interés:

Evento	Sustancia riesgosa	Desviación				Valor de frecuencia	Valor de consecuencia	Aceptación de riesgo
		No. Nodo HAZOP	Descripción	Posible causa	Consecuencia			
Máximo Catastrófico	Gas Natural	3.2.2	Menor volumen contenido en los tanques, respecto al registrado en el inventario de estación.	El volumen desciende de forma intempestiva debido a la generación de una fuga masiva en un cilindro, originada por el retiro indebido no justificado de la válvula de servicio.	Si la fuga masiva es de dimensiones tales que permita la formación de una nube de gas bajo las condiciones ideales de homogeneidad, y que ésta logrará su máxima dispersión y hasta entonces encontrara una fuente de ignición, se puede producir la explosión de la nube.	2	4	B
Máximo Probable	Gas Natural		No hay flujo de gas en la línea de despacho.	Se produce un impacto mecánico sobre el dispensario.	En caso de que la fuga de gas encuentre una fuente de ignición en un corto tiempo, es posible que se genere el incendio tipo antorcha	4	2	B

VI.3. DETERMINAR LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN, A TRAVÉS DE APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS DE SIMULACIÓN.

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 programa utilizado para la simulación eventos de riesgo identificados con anterioridad relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas, es el denominado simulador *Areal Locations of Hazardous Atmospheres*, mejor conocido como: ALOHA.

Las modelaciones efectuadas permitirán simular escenarios de actividades riesgosas, lográndose observar el comportamiento de la sustancia que se maneje. Esto proporciona una visión amplia de cuáles serían las consecuencias y afectaciones, permitiendo llevar a cabo acciones tendientes a disminuir los radios de afectación como lo son: bardas perimetrales y sistemas de seguridad óptimos.

Es importante mencionar que, una vez determinado el nivel de riesgo, éste puede modificarse estableciendo medidas de seguridad más estrictas. Juegan un papel importante los criterios a observar en la evaluación de riesgos, el establecimiento de parámetros de medición, mediante los cuales se fijan valores tope que permitan salvaguardar la salud de quienes se encuentran en los alrededores de instalaciones de alto riesgo, así como proteger sus bienes.

Para definir y justificar las zonas de seguridad en torno al proyecto, se aplicaron los criterios establecidos por la propia Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel 2, Análisis de Riesgo, expedida por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 16
CRITERIOS DE ZONAS DE SEGURIDAD.

	Alto riesgo	Amortiguamiento
Explosividad (sobrepresión)	0.070 Kg/cm ²	0.035 Kg/cm ²
Inflamabilidad	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²

En lo relativo a afectación por riesgo de actividades en las cuales se utilizan sustancias con características explosivas, tal es el caso de la estación, para la determinación de la zona de alto riesgo, se establece como parámetro de afectación las ondas de sobrepresión de 0.070 Kg/cm², 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^2 , 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.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de la piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y el tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. La zona de amortiguamiento presentaría un flujo de radiación de 1.4 kW/m^2 , el cual representa el nivel de intensidad de radiación térmica que se considera totalmente seguro para personas sin protecciones especiales (Storch de Gracia, 1998); mientras tanto, la zona de alto riesgo se marca al margen de 5 kW/m^2 que indica el dolor máximo soportable alcanzado por una persona durante 15 segundos.

EVENTO MÁXIMO CATASTRÓFICO

Alternativa 1: **Cascada de almacenamiento IMW – Cilindro de 125 L**

Nombre del simulador utilizado:		Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA)							
Instalación:		Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores-EDS TOREO							
I. Datos del escenario.									
Clave	Nombre:	Fuga de Gas Natural en tanque cascada de 125 L				Fecha:	Octubre-2019		
EMC-01	Descripción:	Práctica deficiente en tareas de mantenimiento							
Objetivo:	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).								
II. Sustancias involucradas.									
Nombre de la sustancia:		Gas Natural			Peso Molecular:		16.04 g/mol		
Componentes		(%)	No. CAS	Gravedad específica:		0.422			
Metano		88	74-82-8	Punto de ebullición a temp. ambiente:		-164.80 °F			
Etano		9		Límite inferior de inflamabilidad:		4.5%			
Propano		3		Calor inferior de combustión:		21,517 BTU/lb			
Etil Mercaptano		17-28 ppm		Presión de vapor:		1439.36 psi			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación									
Presión:		250 Bar		Temperatura:		-160°C	Estado: Líquido		
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido		Vapor y líquido (mix - aerosol) X			
Contenedor:		Cilindro	X	Esfera	Tubería	Recipiente rectangular	Otro		
Tipo de fuga:		Masiva (formación de nube)		X	Continua por orificio en cuerpo o tubería		Derrame		
Alto del recipiente (m):		1.78	Diámetro de recipiente(m):		0.30	Largo del recipiente/tubería (m): --			
Área del dique (m²):		-	Ancho orificio (pulg):		1	Coeficiente de descarga	0.62 Elev. punto liberación (m): 0		
Tipo de superficie que soporta el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:	X Otro:		
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal	Hacia abajo	Golpea contra			
Tiempo estimado de liberación (segundos):		60		Masa estimada de liberación (kg):		31.9			
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.									
Temperatura atmosférica (°C):		24.6		Velocidad de viento (m/seg)		1.50	Estabilidad atmosférica E		
Tipo de área en que se encuentra la instalación:		Rural:		Urbana:		X	Industrial:		
		Marítima:		Agrícola:		Otra: explique			
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)									
Sitio 1:									
Sitio 2:									
VI. Estados finales para análisis									
Dardo, antorcha o jet de fuego:				Charco de fuego		Incendio de nube			
BLEVE		Bola de fuego		Nube tóxica		Explosión de nube X			
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:									
Radio por toxicidad			Radio por radiación térmica			Radio por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro			Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amorti-guamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amorti-guamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m²				psi	
				12.5 – 37.5	5.0	1.4		3-10 1.0 0.5	
Distancia (m)				Distancia (m)				Distancia (m)	
			Jet fire				Early explosion	23 35	
			Early pool fire				Late Ignition		
			Late pool fire						
			Flash fire						
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)			

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

EVENTO MÁXIMO CATASTRÓFICO

Alternativa 2: **Cascada de almacenamiento IMW – Volumen total (16 cilindros de 125 L)**

Nombre del simulador utilizado:		Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA)							
Instalación:		Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores-EDS TOREO							
I. Datos del escenario.									
Clave	Nombre:	Fuga de Gas Natural en cascada de almacenamiento IMW				Fecha:	Octubre-2019		
EMC-02	Descripción:	Práctica deficiente en tareas de mantenimiento							
Objetivo:		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).							
II. Sustancias involucradas.									
Nombre de la sustancia:		Gas Natural			Peso Molecular:	16.04 g/mol			
Componentes		(%)	No. CAS	Gravedad específica:		0.422			
Metano		88	74-82-8	Punto de ebullición a temp. ambiente:		-164.80 °F			
Etano		9		Límite inferior de inflamabilidad:		4.5%			
Propano		3		Calor inferior de combustión:		21,517 BTU/lb			
Etil Mercaptano		17-28 ppm		Presión de vapor:		1439.36 psi			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación									
Presión:		250 Bar		Temperatura:	-160°C		Estado:		
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido	Vapor y líquido (mix - aerosol)		X		
Contenedor:	Cilindro	X	Esfera	Tubería	Recipiente rectangular		Otro		
Tipo de fuga:		Masiva (formación de nube)		X	Continua por orificio en cuerpo o tubería		Derrame		
Alto del recipiente (m):		1.78	Diámetro de recipiente(m):	0.30	Largo del recipiente/tubería (m):		--		
Área del dique (m²):		-	Ancho orificio (pulg):	1	Coeficiente de descarga	0.62	Elev. punto liberación (m):		
Tipo de superficie que soporta el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:	X		
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra		
Tiempo estimado de liberación (segundos):				60		Masa estimada de liberación (kg):	510.40		
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.									
Temperatura atmosférica (°C):		24.6		Velocidad de viento (m/seg)	1.50		Estabilidad atmosférica		
Tipo de área en que se encuentra la instalación:				Rural:	Urbana:	X	Industrial:		
				Marítima:	Agrícola:	Otra: explique			
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)									
Sitio 1:	SEDENA – Dirección General de Transmisiones. Distancia = 79.25 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW al punto más cercano del lugar de interés.								
Sitio 2:	Estación de Gas L.P. para carburación comercial COMBUGAS. Distancia = 56.18 y 94.27 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P. más cercano, respectivamente.								
Sitio 3:	Estación de Gas L.P. para carburación comercial SATÉLITE. Distancia = 125.22 y 111.29 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P., respectivamente.								
VI. Estados finales para análisis									
Dardo, antorcha o jet de fuego:				Charco de fuego	Incendio de nube				
BLEVE	Bola de fuego			Nube tóxica	Explosión de nube		X		
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:									
Radio por toxicidad			Radio por radiación térmica			Radio por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro			Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m²			psi		
				12.5 – 37.5	5.0		1.4	3-10	1.0
Distancia (m)				Distancia (m)			Distancia (m)		
			Jet fire			Early explosion	160		
			Early pool fire				182		
			Late pool fire			Late Ignition			
			Flash fire						
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)			

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

EVENTO MÁXIMO CATASTRÓFICO

Alternativa 3: Cascada de almacenamiento BONGAS – Cilindro de 100 L

Nombre del simulador utilizado:		Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA)								
Instalación:		Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores-EDS TOREO								
I. Datos del escenario.										
Clave	Nombre:	Fuga de Gas Natural en tanque cascada de 100 L				Fecha:	Octubre-2019			
EMC-03	Descripción:	Práctica deficiente en tareas de mantenimiento								
Objetivo:	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).									
II. Sustancias involucradas.										
Nombre de la sustancia:		Gas Natural			Peso Molecular:	16.04 g/mol				
Componentes		(%)	No. CAS	Gravedad específica:		0.422				
Metano		88	74-82-8	Punto de ebullición a temp. ambiente:		-164.80 °F				
Etano		9		Límite inferior de inflamabilidad:		4.5%				
Propano		3		Calor inferior de combustión:		21,517 BTU/lb				
Etil Mercaptano		17-28 ppm		Presión de vapor:		1439.36 psi				
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación										
Presión:	250 Bar			Temperatura:	-160°C	Estado:	Líquido			
Fase del material liberado:	Vapor			Líquido	Vapor y líquido (mix - aerosol)					
Contenedor:	Cilindro	X	Esfera	Tubería	Recipiente rectangular					
Tipo de fuga:	Masiva (formación de nube)			X	Continua por orificio en cuerpo o tubería					
Alto del recipiente (m):	1.78	Diámetro de recipiente(m):	0.30	Largo del recipiente/tubería (m):		--				
Área del dique (m²):	-	Ancho orificio (pulg):	1	Coeficiente de descarga	0.62	Elev. punto liberación (m):	0			
Tipo de superficie que soporta el recipiente:	Tierra seca:			Tierra húmeda:		Concreto:	X			
Dirección de la fuga:	Vertical	X	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra				
Tiempo estimado de liberación (segundos):	60			Masa estimada de liberación (kg):		24.9				
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.										
Temperatura atmosférica (°C):	24.6	Velocidad de viento (m/seg)	1.50		Estabilidad atmosférica	E				
Tipo de área en que se encuentra la instalación:			Rural:	Urbana:	X	Industrial:				
			Marítima:	Agrícola:	Otra: explique					
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)										
Sitio 1:										
Sitio 2:										
VI. Estados finales para análisis										
Dardo, antorcha o jet de fuego:		Charco de fuego		Incendio de nube						
BLEVE	Bola de fuego	Nube tóxica		Explosión de nube						
				X						
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
Radio por toxicidad			Radio por radiación térmica			Radio por sobrepresión				
Zona de seguridad			Zona de seguridad			Zona de seguridad				
Alto Riesgo	Amorti-guamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amorti-guamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)		
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m²				Alto Riesgo	Amorti-guamiento	
				12.5 – 37.5				psi		
				5.0				1.0		
Distancia (m)			Distancia (m)			Distancia (m)				
			Jet fire				Early explosion	19		
			Early pool fire					30		
			Late pool fire				Late Ignition			
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

EVENTO MÁXIMO CATASTRÓFICO

Alternativa 4: **Cascada de almacenamiento BONGAS – Volumen total (64 cilindros de 100 L)**

Nombre del simulador utilizado:		Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA)								
Instalación:		Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores-EDS TOREO								
I. Datos del escenario.										
Clave	Nombre:	Fuga de Gas Natural en cascada de almacenamiento BONGAS				Fecha:	Octubre-2019			
EMC-04	Descripción:	Práctica deficiente en tareas de mantenimiento								
Objetivo:	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).									
II. Sustancias involucradas.										
Nombre de la sustancia:		Gas Natural			Peso Molecular:	16.04 g/mol				
Componentes		(%)	No. CAS	Gravedad específica:		0.422				
Metano		88	74-82-8	Punto de ebullición a temp. ambiente:		-164.80 °F				
Etano		9		Límite inferior de inflamabilidad:		4.5%				
Propano		3		Calor inferior de combustión:		21,517 BTU/lb				
Etil Mercaptano		17-28 ppm		Presión de vapor:		1439.36 psi				
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación										
Presión:		250 Bar		Temperatura:	-160°C		Estado:			
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido		Vapor y líquido (mix - aerosol)				
Contenedor:	Cilindro	X	Esfera	Tubería	Recipiente rectangular		Otro			
Tipo de fuga:	Masiva (formación de nube)		X	Continua por orificio en cuerpo o tubería		Derrame				
Alto del recipiente (m):	1.78	Diámetro de recipiente(m):	0.30	Largo del recipiente/tubería (m):		--				
Área del dique (m²):	-	Ancho orificio (pulg):	1	Coefficiente de descarga	0.62	Elev. punto liberación (m):	0			
Tipo de superficie que soporta el recipiente:	Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		X Otro:			
Dirección de la fuga:	Vertical	X	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra				
Tiempo estimado de liberación (segundos):	60		Masa estimada de liberación (kg):		1,593.60					
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.										
Temperatura atmosférica (°C):		24.6		Velocidad de viento (m/seg)	1.50		Estabilidad atmosférica			
Tipo de área en que se encuentra la instalación:		Rural:		Urbana:	X	Industrial:				
		Marítima:		Agrícola:		Otra: explique				
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)										
Sitio 1:	SEDENA – Dirección General de Transmisiones. Distancia = 85.60 m medidos desde la cascada de almacenamiento BONGAS al punto más cercano del lugar de interés.									
Sitio 2:	Estación de Gas L.P. para carburación comercial COMBUGAS. Distancia = 49.69 y 86.58 m medidos desde la cascada de almacenamiento BONGAS a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P. más cercano, respectivamente.									
Sitio 3:	Estación de Gas L.P. para carburación comercial SATÉLITE. Distancia = 118.82 y 105.22 m medidos desde la cascada de almacenamiento BONGAS a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P., respectivamente.									
Sitio 4:	Estación de Servicio Urbana ES 0203, para expendio de petrolíferos. Distancia = 216.11 y 229.80 m medidos desde la cascada de almacenamiento BONGAS al dispensario y tanque de almacenamiento más cercano, respectivamente.									
VI. Estados finales para análisis										
Dardo, antorcha o jet de fuego:				Charco de fuego			Incendio de nube			
BLEVE	Bola de fuego			Nube tóxica			Explosión de nube			
						X				
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
Radio por toxicidad			Radio por radiación térmica			Radio por sobrepresión				
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)		
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m²				psi		
				12.5 – 37.5	5.0	1.4		3-10 1.0 0.5		
Distancia (m)				Distancia (m)				Distancia (m)		
			Jet fire				Early explosion	268 297		
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

EVENTO MÁXIMO PROBABLE

Surtidor de Gas Natural

Nombre del simulador utilizado:		Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA)							
Instalación:		Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores-EDS TOREO							
I. Datos del escenario.									
Clave	Nombre:	Incendio de Gas Natural en surtidor				Fecha:	Octubre-2019		
EMP-01	Descripción:	Impacto Mecánico sobre surtidor							
Objetivo:		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).							
II. Sustancias involucradas.									
Nombre de la sustancia:		Gas Natural			Peso Molecular:	16.04 g/mol			
Componentes		(%)	No. CAS	Gravedad específica:		0.422			
Metano		88	74-82-8	Punto de ebullición a temp. ambiente:		-164.80 °F			
Etano		9		Límite inferior de inflamabilidad:		4.5%			
Propano		3		Calor inferior de combustión:		21,517 BTU/lb			
Etil Mercaptano		17-28 ppm		Presión de vapor:		1439.36 psi			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación									
Presión:		250 Bar		Temperatura:	-160°C		Estado:		
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido		Vapor y líquido (mix - aerosol)			
Contenedor:		Cilindro	Esfera	Tubería	X	Recipiente rectangular	Otro		
Tipo de fuga:		Masiva (formación de nube)		Continua por orificio en cuerpo o tubería		X	Derrame		
Alto del recipiente (m):		--	Diámetro de tubería (pulg):	1	Largo del recipiente/tubería (m):		58.18		
Área del dique (m²):		-	Ancho orificio (pulg):	1	Coeficiente de descarga	0.62	Elev. punto liberación (m):		
Tipo de superficie que soporta el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:	X		
Dirección de la fuga:		Vertical	Horizontal	X	Hacia abajo	Golpea contra			
Tiempo estimado de liberación (segundos):		3600		Masa estimada de liberación (kg):		3,782			
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.									
Temperatura atmosférica (°C):		24.6	Velocidad de viento (m/seg)	1.50	Estabilidad atmosférica		E		
Tipo de área en que se encuentra la instalación:		Rural:		Urbana:	X	Industrial:			
		Marítima:		Agrícola:	Otra: explique				
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)									
Sitio 1:									
Sitio 2:									
VI. Estados finales para análisis									
Dardo, antorcha o jet de fuego:		X		Charco de fuego		Incendio de nube			
BLEVE		Bola de fuego		Nube tóxica		Explosión de nube			
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:									
Radio por toxicidad			Radio por radiación térmica			Radio por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro			Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amorti-guamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amorti-guamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m²				psi	
				12.5 – 37.5	5.0	1.4		3-10	1.0
Distancia (m)				Distancia (m)				Distancia (m)	
			Jet fire		17	32	Early explosion		
			Early pool fire				Late Ignition		
			Late pool fire						
			Flash fire						
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)			

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS SIMULACIONES DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Los resultados obtenidos de los escenarios de riesgo modelados previamente, se presentan en la siguiente tabla a manera de resumen.

Escenario de riesgo	Alternativa	Clave	Sustancia	Descripción	Clase de evento	Distancias a las que se alcanzan las zonas intermedias de salvaguarda			
						Efectos por explosividad		Efectos por inflamabilidad	
						Alto Riesgo 1 psi (m)	Amortiguamiento 0.5 psi (m)	Riesgo 5 kW/m ² (m)	Amortiguamiento 1.4 KW/m ² (m)
Evento Máximo Catastrófico	1	EMC-04	Gas Natural (Metano)	Fuga de Gas Natural tanque cascada de 125 L por la práctica deficiente en tareas de mantenimiento	Nube explosiva	23	35		
Evento Máximo Catastrófico	2	EMC-02		Fuga de Gas Natural en cascada de almacenamiento IMW por la práctica deficiente en tareas de mantenimiento	Nube explosiva	160	182		
Evento Máximo Catastrófico	3	EMC-03		Fuga de Gas Natural tanque cascada de 100 L por la práctica deficiente en tareas de mantenimiento	Nube explosiva	19	30		
Evento Máximo Catastrófico	4	EMC-04		Fuga de Gas Natural en cascada de almacenamiento BONGAS por la práctica deficiente en tareas de mantenimiento	Nube explosiva	268	297		
Evento Máximo Probable	1	EMP-01		Incendio de Gas Natural en surtidor por impacto mecánico	Flame Jet (Incendio tipo antorcha)			17	32

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.).

Las memorias de resultados de la simulación y los planos de radios de afectación, se incluyen en el **Anexo V.**

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.

Con base en los resultados de la modelación de riesgo, se realiza una descripción de la interacción entre la generación del evento de Accidente Mayor, en cada una de las alternativas potenciales, respecto al medio circundante al establecimiento, tratando de establecer la situación más adversa posible.

EVENTO MÁXIMO CATASTRÓFICO

Alternativa 1: Cascada de almacenamiento IMW – Cilindro de 125 L

En referencia al Evento Máximo Catastrófico, la Alternativa 1 está relacionado con una potencial fuga de tamaño equivalente a la cantidad descargada de un tanque cascada de 125 L de capacidad, y la consecuente formación de una nube explosiva y posterior detonación de gas, por medio del programa de modelación ALOHA, se estimó los siguientes radios de afectación que se podrían presentar:

Radio de la zona de fatalidad = **23 m**
(Alto riesgo = 0.070 Kg/cm²)

Radio de la zona de daño = **35 m**
(Amortiguamiento = 0.035 Kg/cm²)

Se establece la cascada almacenamiento IMW, como el sitio donde se generaría el incidente, ubicado en la sección Este de la estación.

Dentro de la ZONA DE ALTO RIESGO de este evento, se tendría interacción con las siguientes instalaciones:

→ Instalaciones internas

En la zona de alto riesgo se tendía afectación a las siguientes áreas operativas de la estación: zona de compresores, edificio administrativo y zona de suministro de gas natural, las cuales resultarían con daños superficiales. Cabe mencionar que se realizó una corrida adicional en ALOHA, para determinar los radios de afectación en que se alcanzaría las sobrepresiones de 8.0 psi (destrucción de edificios) y 3.5 psi (probable lesión grave en personas), cuyo resultado indica que el LOC (Level of Concern), es decir, valor umbral de un peligro, en este caso por sobrepresión, que puede representar una amenaza para las personas o la propiedad, nunca fue excedido.

Respecto a los otros cilindros de las cascadas de almacenamiento, se espera que tengan un daño superficial, sin considerar ruptura por sobrepresión, considerando que dichos equipos son sujetos a pruebas de integridad mecánica al margen de 375 Bars (5438.92 psi).

Respecto a los equipos mecánicos y la tubería de conducción de Gas Natural, se contemplan daños superficiales, sin ocasionar ruptura o destrucción por la sobrepresión, bajo la consideración de tratarse de elementos que operan de forma rutinaria a una presión de 250 Bars (3625.94 psi).

→ Instalaciones externas.

En la Zona de Alto Riesgo no se tiene interacción con lugares de particular interés, tal como escuelas, hospitales, clínicas, guarderías infantiles, centros de recreo, parques recreativos, salas de conciertos y cualquier otro lugar de concentración pública.

Alternativa 2: Cascada de almacenamiento IMW – Volumen total (16 cilindros de 125 L)

En referencia al Evento Máximo Catastrófico, la Alternativa 2 está relacionado con una potencial fuga de tamaño equivalente a la cantidad descargada total de la cascada de almacenamiento IMW, misma que se integra por 16 cilindros de 125 L de capacidad cada uno, y la consecuente formación de una nube explosiva y posterior detonación de gas, por medio del programa de modelación ALOHA, se estimó los siguientes radios de afectación que se podrían presentar:

Radio de la zona de fatalidad = **160 m**
(Alto riesgo = 0.070 Kg/cm²)

Radio de la zona de daño = **182 m**
(Amortiguamiento = 0.035 Kg/cm²)

Se establece la cascada almacenamiento IMW, como el sitio donde se generaría el incidente, ubicado en la sección Este de la estación.

Dentro de la ZONA DE ALTO RIESGO de este evento, se tendría interacción con las siguientes instalaciones:

→ Instalaciones internas

En la zona de alto riesgo se tendía afectación con todas las áreas operativas de la estación, mismas que resultarían con daños superficiales. Cabe mencionar que se realizó una corrida adicional en ALOHA, para determinar los radios de afectación en que se alcanzaría las sobrepresiones de 8.0 psi (destrucción de edificios) y 3.5 psi (probable lesión grave en personas), cuyo resultado indica que el LOC nunca fue excedido.

Respecto a los otros cilindros de las cascadas de almacenamiento, se espera que tengan un daño superficial, sin considerar ruptura por sobrepresión, considerando que dichos equipos son sujetos a pruebas de integridad mecánica al margen de 375 Bars (5438.92 psi).

Respecto a los equipos mecánicos y la tubería de conducción de Gas Natural, se contemplan daños superficiales, sin ocasionar ruptura o destrucción por la sobrepresión, bajo la consideración de tratarse de elementos que operan de forma rutinaria a una presión de 250 Bars (3625.94 psi).

→ Instalaciones externas.

Dentro de la zona de alto riesgo, se tiene interacción con tres lugares de interés particular interés, a saber:

Sitio 1: SEDENA – Dirección General de Transmisiones. Distancia = 79.25 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW al punto más cercano del lugar de interés. La afectación se tendría sobre las construcciones existente en la esquina Noreste de este inmueble resultando con daños superficiales. Cabe mencionar que se realizó una corrida adicional en ALOHA, para determinar los radios de afectación en que se alcanzaría las sobrepresiones de 8.0 psi (destrucción de edificios) y 3.5 psi (probable lesión grave en personas), cuyo resultado indica que el LOC nunca fue excedido.

Sitio 2: Estación de Gas L.P. para carburación comercial COMBUGAS. Distancia = 56.18 y 94.27 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P. más cercano, respectivamente. Los elementos mecánicos, tales como tomas de carburación y tubería, no sufrirían ruptura, bajo la consideración que trabajan de forma habitual a una presión de 6.86 Bars (100 psi); en tanto que, los tanques de almacenamiento, no serían sujetos a ruptura por la onda sobrepresión, siendo recipientes diseñados por norma para resistir una presión de 17.24 Bars (250 psi).

Sitio 3: Estación de Gas L.P. para carburación comercial SATÉLITE. Distancia = 125.22 y 111.29 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P., respectivamente. Los elementos mecánicos, tales como tomas de carburación y tubería, no sufrirían ruptura, bajo la consideración que trabajan de forma habitual a una presión de 6.86 Bars (100 psi); en tanto que, los tanques de almacenamiento, no serían sujetos a ruptura por la onda sobrepresión, siendo recipientes diseñados por norma para resistir una presión de 17.24 Bars (250 psi).

Alternativa 3: Cascada de almacenamiento BONGAS – Cilindro de 100 L

En referencia al Evento Máximo Catastrófico, la Alternativa 3 está relacionado con una potencial fuga de tamaño equivalente a la cantidad descargada de un tanque cascada de 100 L de capacidad, y la consecuente formación de una nube explosiva y posterior detonación de gas, por medio del programa de modelación ALOHA, se estimó los siguientes radios de afectación que se podrían presentar:

Radio de la zona de fatalidad = **19 m**
(Alto riesgo = 0.070 Kg/cm²)

Radio de la zona de daño = **30 m**
(Amortiguamiento = 0.035 Kg/cm²)

Se establece la cascada almacenamiento BONGAS, como el sitio donde se generaría el incidente, ubicado en la sección Este de la estación.

Dentro de la ZONA DE ALTO RIESGO de este evento, se tendría interacción con las siguientes instalaciones:

→ Instalaciones internas

En la zona de alto riesgo se tendría afectación a las siguientes áreas operativas de la estación: zona de compresores, edificio administrativo y zona de suministro de gas natural, las cuales resultarían con daños superficiales. Cabe mencionar que se realizó una corrida adicional en ALOHA, para determinar los radios de afectación en que se alcanzaría las sobrepresiones de 8.0 psi (destrucción de edificios) y 3.5 psi (probable lesión grave en personas), cuyo resultado indica que el LOC nunca fue excedido.

Respecto a los otros cilindros de las cascadas de almacenamiento, se espera que tengan un daño superficial, sin considerar ruptura por sobrepresión, considerando que dichos equipos son sujetos a pruebas de integridad mecánica al margen de 375 Bars (5438.92 psi).

Respecto a los equipos mecánicos y la tubería de conducción de Gas Natural, se contemplan daños superficiales, sin ocasionar ruptura o destrucción por la sobrepresión, bajo la consideración de tratarse de elementos que operan de forma rutinaria a una presión de 250 Bars (3625.94 psi).

→ Instalaciones externas.

En la Zona de Alto Riesgo no se tiene interacción con lugares de particular interés, tal como escuelas, hospitales, clínicas, guarderías infantiles, centros de recreo, parques recreativos, salas de conciertos y cualquier otro lugar de concentración pública.

Alternativa 4: Cascada de almacenamiento BONGAS – Volumen total (64 cilindros de 100 L)

En referencia al Evento Máximo Catastrófico, la Alternativa 4 está relacionado con una potencial fuga de tamaño equivalente a la cantidad descargada total de la cascada de almacenamiento BONGAS, misma que se integra por 64 cilindros de 100 L de capacidad cada uno, y la consecuente formación de una nube explosiva y posterior detonación de gas, por medio del programa de modelación ALOHA, se estimó los siguientes radios de afectación que se podrían presentar:

Radio de la zona de fatalidad = **268 m**
(Alto riesgo = 0.070 Kg/cm²)

Radio de la zona de daño = **297 m**
(Amortiguamiento = 0.035 Kg/cm²)

Se establece la cascada almacenamiento BONGAS, como el sitio donde se generaría el incidente, ubicado en la sección Este de la estación.

Dentro de la ZONA DE ALTO RIESGO de este evento, se tendría interacción con las siguientes instalaciones:

→ Instalaciones internas

En la zona de alto riesgo se tendría afectación con todas las áreas operativas de la estación, mismas que resultarían con daños superficiales. Cabe mencionar que se realizó una corrida adicional en ALOHA, para determinar los radios de afectación en que se alcanzaría las sobrepresiones de 8.0 psi (destrucción de edificios) y 3.5 psi (probable lesión grave en personas), cuyo resultado indica que el LOC nunca fue excedido.

Respecto a los otros cilindros de las cascadas de almacenamiento, se espera que tengan un daño superficial, sin considerar ruptura por sobrepresión, considerando que dichos equipos son sujetos a pruebas de integridad mecánica al margen de 375 Bars (5438.92 psi).

Respecto a los equipos mecánicos y la tubería de conducción de Gas Natural, se contemplan daños superficiales, sin ocasionar ruptura o destrucción por la sobrepresión, bajo la consideración de tratarse de elementos que operan de forma rutinaria a una presión de 250 Bars (3625.94 psi).

→ Instalaciones externas.

Dentro de la zona de alto riesgo, se tiene interacción con cuatro lugares de interés particular interés, a saber:

Sitio 1: SEDENA – Dirección General de Transmisiones. Distancia = 85.60 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW al punto más cercano del lugar de interés. La afectación se tendría sobre las construcciones existente en la esquina Noreste de este inmueble resultando con daños superficiales. Cabe mencionar que se realizó una corrida adicional en ALOHA, para determinar los radios de afectación en que se alcanzaría las sobrepresiones de 8.0 psi (destrucción de edificios) y 3.5 psi (probable lesión grave en personas), cuyo resultado indica que el LOC nunca fue excedido.

Sitio 2: Estación de Gas L.P. para carburación comercial COMBUGAS. Distancia = 49.69 y 86.58 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P. más cercano, respectivamente. Los elementos mecánicos, tales como tomas de carburación y tubería, no sufrirían ruptura, bajo la consideración que trabajan de forma habitual a una presión de 6.86 Bars (100 psi); en tanto que, los tanques de almacenamiento, no serían sujetos a ruptura por la onda sobrepresión, siendo recipientes diseñados por norma para resistir una presión de 17.24 Bars (250 psi).

Sitio 3: Estación de Gas L.P. para carburación comercial SATÉLITE. Distancia = 118.82 y 105.22 m medidos desde la cascada de almacenamiento IMW a la toma de carburación y tanque de almacenamiento de Gas L.P., respectivamente. Los elementos mecánicos, tales como tomas de carburación y tubería, no sufrirían ruptura, bajo la consideración que trabajan de forma habitual a una presión de 6.86 Bars (100 psi); en tanto que, los tanques de almacenamiento, no serían sujetos a ruptura por la onda sobrepresión, siendo recipientes diseñados por norma para resistir una presión de 17.24 Bars (250 psi).

Sitio 4: Estación de Servicio Urbana ES 0203, para expendio de petrolíferos. Distancia = 216.11 y 229.80 m medidos desde la cascada de almacenamiento BONGAS al dispensario y tanque de almacenamiento más cercano, respectivamente. A este respecto, los dispensarios resultarían con daños superficiales, considerando que se trata de equipos ligeros y en donde la sobrepresión alcanzada sería en la zona de 0.07 kg/cm^2 (1 psi). En caso de daño a dispensarios, se debe considerar estos equipos están habilitados con una válvula Shut-Off, también llamada válvula de impacto, instalada en el conector. Esta válvula está anclada en su parte superior a la estructura del dispensario y en la parte inferior a la isla. Su función es la de romperse por el centro cuando haya un impacto que separe el dispensario de la isla, cerrando la tubería de vapores que baja de los dispensarios y la tubería que va hacia los tanques de almacenamiento.

En cuanto a los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio, se considera que no sufrirían daños, debido a que se trata de recipientes metálicos, contruidos con doble pared y espacio anular (tanque primario de placa de acero fabricado bajo la Norma UL - 58 y el secundario de resina de poliéster reforzado con fibra de vidrio fabricado bajo la Norma UL-1746); además, como condición de seguridad principal, los tanques de almacenamiento se encuentran enterrados entre muros de concreto armado, mismos que forman una tercera pared de protección contra derrames, de acuerdo con las especificaciones que al respecto establece la Norma Oficial Mexicana NOM-005-ASEA-2016.

EVENTO MÁXIMO PROBABLE

Surtidor de Gas Natural

En referencia al evento de riesgo relacionado con un potencial incendio tipo antorcha, originado por el impacto a un dispensario, por medio del programa de modelación ALOHA, se estimó los siguientes radios de afectación que se podrían presentar:

Radio de la zona de alto riesgo = **17 m**
(Radiación térmica = 5.0 KW/m^2)

Radio de la zona de amortiguamiento = **32 m**
(radiación térmica = 1.4 KW/m^2)

El calor generado por la flama de este evento, por su cercanía con las cascadas de almacenamiento, se considera que les afectaría ocasionando una sobrepresión interna de los cilindros, aunque se espera que no se “revienten” o “fractures”, debido a que están equipados con elemento de protección específicos, tal es el caso de válvulas de seguridad en el cuerpo y línea de distribución.

La flama seguirá la dirección del viento, la cual supone una dominancia del Noroeste-Sureste, siendo ésta la que predomina durante todo el año, debido a la incidencia topográfica en la cual se encuentra situado el municipio (smn.cna.gob.mx/es/emas).

Tomando en cuenta lo anterior, la flama tipo antorcha se dirigiría hacia el costado Sureste del inmueble, afectando un espacio público de acceso controlado, utilizado como estacionamiento y estación de recolección de residuos sólidos urbano. En este inmueble se tienen construcciones que no sufrirían daños mayores, hecho que se fundamenta debido a que su estructura es de ladrillo y acero, materiales cuya pérdida de resistencia, aún sin protección adicional, es mayor a 37.8 KW/m^2 (Storch de Gracia, 1998).

Las personas que se encuentren en la zona afectada por la radiación térmica por el incendio tipo antorcha, se verían afectadas por quemaduras de la piel de Segundo Grado, ocasionadas por un flujo térmico cercano a los 5 kW/m² que indica el dolor máximo soportable alcanzado por una persona durante 15 segundos.

VI.6. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Resultado de la aplicación de la Metodología de Análisis de riesgos HAZOP, se establecieron las siguientes recomendaciones de seguridad para minimizar la probabilidad de presentarse potenciales accidentes durante la operación de la estación:

- En caso de ser necesario, hacer el cambio de las conexiones, acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante.
- Mantener jornadas de capacitación del personal operativo de forma permanente.
- Establecer jornadas de capacitación del personal de mantenimiento de forma frecuente y permanente.
- Supervisar que los conocimientos impartidos en la capacitación sean aplicados en campo tanto en labores de mantenimiento como en la operación, para lo cual se debe calificar el trabajo individual de los operadores y localizar puntos débiles de operación.
- Mantener las áreas operativas libres de materiales combustibles.
- Elaborar un directorio que contenga los teléfonos de emergencia y mantenerlo en un sitio de fácil acceso.
- Implementar un programa de medición de espesores en tuberías.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de las válvulas de máximo llenado conforme al programa establecido por la empresa.
- En caso de ser necesario, hacer el cambio de la válvula de máximo llenado acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante.
- Seguir la secuencia de trasiego preestablecida, considerando de forma particular el adecuado planteamiento del inventario de combustible.
- Mantenimiento preventivo y correctivo permanente y continuo a los equipos del sistema de recepción del energético.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de las válvulas de máximo llenado conforme al programa establecido por la empresa.
- En caso de ser necesario, hacer el cambio de la válvula de máximo llenado acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante.
- Realizar pruebas de integridad mecánica en los tanques cascada, de conformidad a normatividad aplicable.
- En caso de ser necesario, hacer el cambio de los cilindros acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante.
- Capacitación permanente del personal para el combate contra incendios.
- Accionar válvulas de cierre rápido en caso de permitirse la restricción del flujo.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de mangueras conforme al programa establecido por la empresa.
- En caso de ser necesario, hacer el cambio de las mangueras acorde al tiempo de vida indicado por el fabricante.

- Mantenimiento a las bombas de llenado conforme a la calendarización predeterminada por la empresa.
- En su caso, realizar el cambio del equipo.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente al sistema de control automático de llenado conforme al programa establecido por la empresa.
- Seguir la secuencia de llenado de los recipientes portátiles montados en los vehículos.

VI.7. PRESENTAR REPORTE DEL RESULTADO DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA DE SEGURIDAD PRACTICADA A LA INSTALACIÓN.

Es necesario resaltar el hecho de que la Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores, cuenta con la evaluación de cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana 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, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 23 de agosto de 2017. Bajo esta consideración, se determina que la estación cumple con los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se deben observar en el territorio nacional para esta clase de instalaciones.

VI.8. MEDIDAS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD.

UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN

Para verificar la pertinencia de la ubicación de Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores, se requiere tomar como referencia los distanciamientos máximos solicitados en la NOM-010-ASEA-2016. En este caso, consideramos como las distancias de seguridad más exigentes en dicho instrumento normativo, las cuales aunque son de aplicación a Terminales de Carga y Terminales de Descarga GNC, se toman como referencia para establecer el criterio más exigente:

Instalación de referencia	Distancia de seguridad		Cumple	
	Mínima requerida (m)	Existente (m)	Si	No
Escuelas	100	> 100	X	
Hospitales	100	> 100	X	
Clínicas	100	> 100	X	
Guarderías infantiles	100	> 100	X	
Centros de recreo	100	> 100	X	
Parques recreativos	100	> 100	X	
Salas de conciertos	100	> 100	X	
Otro lugar de concentración pública	100	> 100	X	

Conforme lo anterior, se determina que la ubicación de la estación es **adecuada y suficiente con respecto a las distancias mínimas de seguridad** tomadas como referencia de la NOM-010-ASEA-2016.

Sistema de detección y extinción de incendios.

Se cuenta con equipos portátiles y móviles contra incendio (extintores), con agente extintor tipo ABC.

Los extintores son colocados a una altura no mayor de 1.50 m, medidos desde el nivel de piso hasta la parte más alta del extintor.

Los extintores están protegidos de daños y de las condiciones ambientales que puedan afectar su funcionamiento.

Se proporciona mantenimiento a los extintores como resultado de una revisión mensual.

Se han instalado detectores contra incendio en el edificio de servicio y casetas de compresión.

En el área de servicio se cuenta con una alarma sonora, misma que puede ser activada mediante un pulsador manual.

Acometida interior de Gas Natural

La *acometida interior de GN*, incluye las conducciones y accesorios comprendidos entre la válvula general de la acometida de la compañía distribuidora, excluida ésta, y la válvula de seccionamiento existente a la entrada de la Estación de Regulación y Medición (ERM), incluyendo esta última, la cual es también accesible para la compañía distribuidora.

Estación de Regulación y Medición (ERM).

Posterior a la acometida de GN, el energético se conduce a la Estación de Regulación y Medición (ERM), la cual tiene, como funciones principales, las siguientes:

- Regular la presión del GN a la presión de operación requerida; ya que la presión de la red de distribución local del suministrador puede variar en un rango en torno a la presión de 6 bares. Para el anteproyecto, la ERM regulará la presión de suministro a cuatro (4) bares; presión a la cual se suministrará GN a los sistemas de compresión;
- Regular la temperatura del GN, para evitar la probable formación de hielo debido a la condensación de agua;
- Eliminar impurezas que contenga el GN y
- Medir y registrar el caudal de GN suministrado, para efectos de facturación.

La ERM presenta dos líneas de regulación. Para cada una de las líneas aguas abajo, después de la válvula de inicio se dispone de un filtro con un grado de retención de 5 micras. A continuación, se dispone de una Válvula de Interceptación de máxima presión (VIS) y de un Regulador incorporado con VIS de máxima y mínima. Aguas abajo de la regulación, se dispone de manómetro, válvula de purga y válvula de corte manual. Posteriormente, las dos líneas vuelven a unirse y el GN se dirige al conjunto de medida formado por contador/corrector y bypass.

Se disponen de todos los elementos de lectura, tanto de presión (P) como de temperatura (T), así como de las purgas necesarias para realizar las operaciones de mantenimiento y puesta en marcha de la instalación.

El conjunto de medida queda aislada entre juntas dieléctricas y dispondrá de una puesta a tierra independiente del resto de la instalación.

Las uniones con efectuadas mediante Bridas ANSI en los puntos indicados. En el resto de las uniones se efectúan mediante soldadura y soldador homologados. Las soldaduras serán 100% radiografiadas.

No existe contacto directo entre la conducción de GN y los elementos de construcción, ni con los perfiles de sujeción. Se tienen elementos aislantes en los puntos de apoyo.

Red de distribución interior y aspiración a los sistemas de compresor.

A la salida de la ERM, la conducción de GN es en modo aéreo en tubería de acero al carbono SCH 160, ASTM A106, hacia las derivaciones a cada uno de los módulos del sistema de compresión.

Las uniones están efectuadas mediante Bridas ANSI en los puntos indicados. En el resto de las uniones se efectúan mediante soldadura y soldador homologados.

No existe contacto directo entre la conducción de GN y los elementos de construcción, ni con los perfiles de sujeción. Se tienen elementos aislantes en los puntos de apoyo.

Sistemas de compresión.

El sistema de compresión está conformado por cuatro compresores, dos compresores eléctricos, y dos compresores accionados con un motor a gas natural. Cada módulo de compresión de GN está integrado por: sistema de enfriamiento entre etapas por aire forzado, sistema para descarga del gas en arranque, sistema de seguridad activa, monitoreo electrónico de presión, sensores de temperatura, panel de control, filtro coalescente para retener el aceite de lubricación y evitar que pase al GNC.

Adicionalmente, cada módulo de compresión cuenta con: un sistema de venteo automático, monitoreo de lubricación automático desde el panel de control, sistema de alarma remoto y sistema de detección de GN.

Los módulos de compresión están instalados en el interior de un contenedor metálico acústico, el cual reduce los niveles de ruido y les permitirá una gran flexibilidad para su montaje y mantenimiento.

Cada contenedor metálico o módulo de compresión está dividido en dos ambientes: uno en donde se ubica el compresor (lado de GN) y otro, totalmente independiente del anterior (lado de zona segura), en donde se han instalado los cuadros eléctricos asociados al funcionamiento de cada módulo de compresión.

El lado de GN de cada contenedor contará con iluminación interior, detectores de presencia de GN -pre-alarma al 25% Límite Inferior Explosivo (LIE) y alarma al 40% LIE- y equipos de extracción forzada. Adicionalmente, cada contenedor dispone de rejillas de ventilación dimensionadas para permitir la refrigeración propia del motor eléctrico de cada compresor y el barrido completo del ambiente tanto de forma natural, evitando cualquier posible acumulación de GN en el interior, como de forma forzada cuando se pongan en marcha los equipos de extracción.

A la entrada de cada módulo de compresión, dispone de un filtro coalescente (succión) con el fin de eliminar posibles impurezas contenidas en el GN y que puedan dañar el compresor. Posteriormente, se dispone de una válvula automática que permite el paso del GN cuanto el compresor se pone en marcha. El compresor cuenta con cuatro etapas de compresión.

A la salida de cada etapa, el GN es refrigerado por medio de un intercambiador gas/agua antes de pasar a la siguiente etapa de compresión. Además, a la salida de cada etapa de compresión, también se dispone de una válvula de seguridad, así como de transmisores de presión que paran el compresor en el caso de que la presión no sea la adecuada.

A la entrada de la segunda, tercera y cuarta etapa de compresión se disponen de válvulas anti-retorno para evitar que el GN comprimido regrese hacia etapas anteriores. Después de pasar por las cuatro etapas de compresión, el GN comprimido sale a una presión de 250 bares y se dirige hacia una válvula de corte automática y un filtro coalescente (descarga) que retendrá las “gotas de aceite” que se hayan podido arrastrar con el GN comprimido.

Para el control y visualización del estado de funcionamiento de la instalación se dispone de una *work station* situada en la caseta de control donde se ubican los cuadros eléctricos, permitiendo una fácil lectura. De forma remota, mediante clave de seguridad y para distintos niveles, se puede acceder al sistema para su visualización o modificación de parámetros.

Como parte del protocolo de seguridad, los compresores paran si se presenta una o varias de las siguientes condiciones:

- Baja o alta presión a la entrada (succión),
- Alta presión o alta temperatura a la salida de la etapa final (descarga),
- Baja presión y nivel de aceite, y
- Elevada temperatura del refrigerante.

Los módulos de compresores funcionan en paralelo, dando servicio a los cinco surtidores dobles que integran la Estación de Servicio de GNV. Por lo que, las entradas de GN de los compresores están unidas por un mismo colector, al igual que en la salida del GNC.

Los dos módulos de sistemas de compresión se ubican dentro de un área delimitada para este fin; con la finalidad de limitar su acceso sólo al personal autorizado y, adicionalmente, contribuir a reducir el nivel de emisiones sonoras (ruido).

Sistema de cascada o almacenamiento de GNCV

Se tienen dos sistemas de almacenamiento: el primero, cuenta con seis tanques (64) de Almacenamientos Verticales con capacidad de Almacenamiento de 100 L cada uno y el segundo, cuenta con 16 cilindros con capacidad de 125 L cada uno; dando un total de 8.400 litros de volumen de agua interconectados entre sí por conductos de acero inoxidable. En el mismo se encuentra el dispositivo que controla la presión de arranque y parada del equipo.

Los sistemas de cascada cuentan 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.

Surtidores o postes.

Se han instalado seis surtidores para carga de GNV, instalados sobre una estructura de concreto y disponen de protecciones mecánicas adecuadas para evitar posibles golpes de los autobuses o automóviles sobre los mismos. Los surtidores están equipados con contadores máscicos y con sistemas de identificación de tarjetas para la autorización de la carga.

En la instalación de llenado se dispone de una red de pulsadores de emergencia del tipo “seta”, estando debidamente señalizadas y permitiendo interrumpir de forma rápida el funcionamiento de la instalación. En la entrada de cada surtidor se dispone de una válvula manual de corte. Además, el surtidor está equipado con indicador de presión (manómetro), flexible de carga, “break away”, válvula tres vías y pistola de carga.

El GN procedente de la despresurización de las pistolas de carga es conectado al colector general de venteos con el fin de evacuar el GN en una zona segura. En el interior del surtidor se dispone de una válvula anti retorno con el fin de evitar retornos de GN procedentes de otros posibles venteos.

La zona de surtidores es un lugar abierto, por tanto, no se tienen que resolver problemas de ventilación por posible acumulación de GNV; sin embargo, se da cumplimiento respecto de los volúmenes peligrosos alrededor de los surtidores, venteos, compresores, indicados en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016.

Los surtidores están cubiertos por una marquesina que protege al usuario de las inclemencias meteorológicas y proporciona alumbrado a la zona.

Sistema de paro de emergencia.

Los pulsadores de emergencia de tipo “cabeza de seta”, están claramente identificados, quedan bloqueados tras su utilización, detienen el funcionamiento de la instalación e interrumpen automáticamente el flujo de GN a los sistemas de compresión y surtidores de llenado. Se han instalado pulsadores de emergencia en las zonas de compresión y surtidores.

Los módulos de compresión cuentan con controles de paro automático (emergencia) por alta o baja presión de succión, alta presión y/o temperatura de descarga.

Todos los surtidores cuentan con dispositivo de paro automático (emergencia) que impida el flujo de GNC en caso de que algún vehículo desprenda la manguera de llenado.

Los dispositivos de paro de emergencia están señalados mediante un letrero fijo, permanente y legible sobre un círculo de fondo rojo de cuando menos cinco veces el diámetro del tamaño del dispositivo de paro y con la leyenda “PARO DE EMERGENCIA” en letras blancas para que sea reconocido fácilmente.

Filtro en la entrada y salida de compresores.

En la entrada de cada compresor se ha colocado un filtro coalescente, para eliminar cualquier partícula que pudiera haberse arrastrado en la aspiración o que no se hubiese eliminado a través del filtro de la ERM procedente de la red de suministro.

En los compresores, a la salida de cada etapa, se cuenta con filtros coalescentes, con el objetivo de retener cualquier partícula que se pudiera haberse arrastrado en el proceso de compresión de dicha etapa y también el aceite que pudiese mezclarse con el GN durante el proceso de compresión. También, a la entrada de los surtidores, se colocarán filtros individuales de GNC para evitar el paso de impurezas a los depósitos de los vehículos, en caso de que queda alguna en los equipos o líneas que le anteceden sea arrastrada por defecto en alguno de los filtros anteriormente mencionados.

Componentes de seguridad de alarmas.

La Estación de Servicio de GNV está diseñada para operar a una presión de llenado de GN adecuada para cilindros con presión de 250 bares.

El GNC tiene un olor distintivo suficiente para que sea detectado cuando la proporción en el aire no sobrepase la quinta parte del límite de explosividad.

Los pulsadores de emergencia de tipo “seta”, están claramente identificados, quedan bloqueados tras su utilización, detienen el funcionamiento de la instalación e interrumpen automáticamente el flujo de GN a los sistemas de compresión y surtidores de llenado. Se cuenta con pulsadores de emergencia en las zonas de compresión y surtidores de llenado.

Los módulos de compresión cuentan con válvulas de presión, después de cada etapa de compresión, que se activan si se alcanzará una presión 1.2 veces la presión de operación de cada etapa de compresión, misma que en su caso desfoga al sistema de venteo.

Adicionalmente, como componentes de seguridad se han instalado manómetros capaces de medir por lo menos 1.2 veces la presión de disparo de relevo de presión del sistema, en los siguientes puntos:

- Receptor de la línea de suministro de GN;
- Descarga en cada etapa del módulo de compresión; y
- En cada uno de los surtidores.

Brigadas de Protección Civil.

La estación tiene conformada una Unidad Interna de Protección Civil con 23 brigadistas, cuyos conocimientos abarcan temas de prevención y combate de incendio, evacuación, primeros auxilios y evacuación. Para poder prevenir y atender cualquier tipo de emergencia, las brigadas funcionan como un comando único e integrado en donde todo su actuar es acorde a procedimientos de emergencia establecidos y de los cuales han sido capacitados por personal interno y externo, teniendo un programa anual de capacitación.

El comando se divide en las siguientes brigadas: Brigada de Primeros Auxilios, Brigada de Comunicación, Brigada de Prevención y Combate de Incendio y Brigada de Evacuación; además, de manera paralela, se tiene personal multifuncional.

TABLA 17. UNIDAD INTERNA DE PROTECCIÓN CIVIL.

Brigada	N° de integrantes
Coordinador general	1
Suplente Coordinador general	1
Jefe de edificio	1

Brigada	N° de integrantes
Jefe de piso	1
Prevención y Combate de Incendio	4
Comunicación	3
Primeros Auxilios	3
Evacuación	4
Multifuncional	5

VI.9. MEDIDAS PREVENTIVAS O PROGRAMAS DE CONTINGENCIAS QUE SE APLICARÁN.

Una de las primeras medidas preventivas en materia de riesgo ambiental, se refiere a la aplicación de un programa operativo, conformado por los siguientes puntos:

- Verificar de la integridad mecánica de equipos, cascadas de almacenamiento y tubería conforme la normatividad vigente.
- Verificar el correcto funcionamiento del sistema de tierras físicas de acuerdo con los requisitos de la STPS.
- Verificar toda la instalación eléctrica a prueba de explosión, de manera previa a la recepción y manejo de gas comercial.
- Instalar y mantener toda la señalización de riesgo en las tuberías y tanques de almacenamiento, esto de acuerdo con la normatividad de la ASEA.
- Verificar la correcta instalación de extintores, considerando las áreas con riesgo de incendio de la organización, conforma los estándares de la ASEA.
- Instalar y mantener toda la señalización de rutas de evacuación, de acuerdo a la normatividad de STPS.

La empresa cuenta con un Programa de Contingencias (Prevención y Atención a Emergencias OPERATIVAS) conteniendo lo siguiente:

- Responsabilidades comando de incidentes
- Oficial de emergencias
- Coordinador de emergencia
- Organigrama
- Descripción del plan
- Procedimiento de actuación en emergencias para EDS
- Emergencias posibles
- Conatos de incendio
- Incendios declarados
- Funciones para atención de emergencias en las estaciones de suministro
- Capacitación y entrenamiento ante emergencias

VII. CONCLUSIONES.

VII.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

La operación de la Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores EDS TOREO, se determina **Viable**, considerando la serie de requerimientos técnicos en la selección de sistemas e instalaciones de seguridad para la prevención y control de accidentes relacionados con el manejo de Gas Natural.

Para satisfacer lo anterior, es **absolutamente requerido** que se lleven a cabo **TODO EL CONJUNTO DE RECOMENDACIONES TÉCNICAS** y se formulen los documentos de confiabilidad descritos en incisos preliminares, a manera de permitir una **reducción substancial en la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados** en la operación de la Estación de Suministro de Gas Natural Comprimido a Vehículos Automotores y, a su vez, la magnitud de éstos.

VII.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la colocación de un cono de viento en un punto estratégico, en donde sea visualizado con facilidad. El lugar que se propone para la colocación del cono es la techumbre del área de surtidores y/o oficinas administrativas.
- Realizar la medición y registro de los valores de resistencia de la red de puesta a tierra y de la continuidad en los puntos de conexión a tierra en el equipo que pueda generar o almacenar electricidad estática, al menos cada doce meses, de conformidad con el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015.
- Se debe integrar un Plan de Atención a Emergencias de Incendio, el cual debe cumplir con la información a continuación listada:
 - a. La identificación y localización de áreas, locales o edificios y equipos de proceso, destinados a la fabricación, almacenamiento o manejo de materias primas, subproductos, productos y desechos o residuos que impliquen riesgo de incendio;
 - b. La identificación de rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, zonas de menor riesgo y puntos de reunión, entre otros;
 - c. El procedimiento de alertamiento, en caso de ocurrir una emergencia de incendio, con base en el mecanismo de detección implantado;
 - d. Los procedimientos para la operación de los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, y de uso del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio;
 - e. El procedimiento para la evacuación de los trabajadores, contratistas, patrones y visitantes, entre otros, considerando a las personas con capacidades diferentes;
 - f. Los integrantes de las brigadas contra incendio con responsabilidades y funciones a desarrollar;

- g. El equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio;
 - h. El plan de ayuda mutua que se tenga con otros centros de trabajo;
 - i. El procedimiento de solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención a la emergencia contra incendios, considerando el directorio de dichos cuerpos especializados de la localidad;
 - j. Los procedimientos para el retorno a actividades normales de operación, para eliminar los riesgos después de la emergencia, así como para la identificación de los daños;
 - k. La periodicidad de los simulacros de emergencias de incendio por realizar;
 - l. Los medios de difusión para todos los trabajadores sobre el contenido del plan de atención a emergencias de incendio y de la manera en que ellos participarán en su ejecución, y
 - m. Las instrucciones para atender emergencias de incendio.
- Las cascadas de almacenamiento deben comunicar los riesgos de la sustancia química peligrosa que aloja. Dicho señalamiento deberá ser pintado o colocado un letrero de material resistente e indeleble, de acuerdo a las condiciones a las que deba estar expuesto, para que no se alteren ni la información ni los colores de la misma. Las dimensiones y demás características del señalamiento de comunicación de riesgos, se pueden consultar en el Numeral de la NOM-018-STPS-2015.
 - Se recomienda que en un punto estratégico del área operativa, se coloque un letrero de información que indique el código de colores de seguridad empleado en la identificación de tuberías.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTARA. G. M. y GÓNZALEZ. M. T. (2001). **Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas**. INFORMES TÉCNICOS. Sistema Nacional de protección Civil. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Coordinación de Investigación. Área de Riesgos Químicos. 104 pp.
- ASEA. (2017). **Norma Oficial Mexicana 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**. Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación del 23 de agosto de 2017. Consulta de datos de interés.
- BUTRÓN, S. J. (1997). **Curso: Análisis de Riesgos**. Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y de Químicos. México, Distrito Federal. Consulta de datos de interés.
- CENAPRED. (2019). **Fenómenos perturbadores**. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Dirección General de Protección Civil. <http://www.cenapred.gob.mx/es/>. Consulta de datos de interés.
- COATEA (2015). **Emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas en México**. Centro de Orientación para la Atención de Emergencias y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. www.profepa.gob.mx. Consulta de datos de interés.
- INEGI. (2010). **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos / Naucalpan de Juárez, México -Clave geoestadística 15057**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Consulta de datos de interés.
- NEBEL, B. J. AND WRIGHT, R. T. (1996). **The Way the World Works**. Environmental Science. Fifth Edition. Prentice Hall. Pág. 445-452.
- SEDATU, 2014. **Atlas de Riegos del Municipio de Naucalpan de Juarez**. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. SEDATU.
- SEGOB y SEDUE. (1992). **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**. Secretaría de Gobernación y Secretaría de Desarrollo Urbano y de Ecología. Diario Oficial de la Federación del 4 de mayo de 1992. Consulta de datos de interés.
- STORCH DE GRACIA, J. M. (1998). **Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras – Fundamentos, Evaluación de Riesgo y Diseño**. Ed. Mc Graw-Hill. Madrid, España. Consulta de datos de interés.
- STPS. (2015). **Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo**. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Diario Oficial de la Federación del 9 de octubre de 2015. Consulta de datos de interés.