



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

**ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL
ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS
(ARSH)**

PROYECTO:
**“Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextalpan y
Zumpango”**

PROMOVENTE:
CONSORCIO MEXIGAS S.A. DE C.V.



CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
INTRODUCCIÓN	10
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
1.1. NOMBRE Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	11
1.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	12
1.3. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO NACIONAL, ESTATAL Y MUNICIPAL.....	12
1.3.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MÉXICO (PDUEM).....	12
1.3.2. PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO DEL VALLE DE CUAUTITLÁN-TEXCOCO.....	16
1.3.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TECÁMAC.....	20
1.3.4. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE NEXTLALPAN	25
1.3.5. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO.....	32
1.3.6. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE TONATITLA	38
1.4. BASES DE DISEÑO DEL PROYECTO	39
1.5. TRANSPORTE POR DUCTOS	40
2. DESCRIPCIÓN DE PROCESO.....	55
2.1. CONSUMO Y PROPIEDAD DEL FLUIDO	56
2.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	57
3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	59
3.1. ASPECTOS ABIÓTICOS	59
3.1.1. CLIMA.....	59
3.1.2. TEMPERATURA AMBIENTE.....	60
3.1.3. VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO	61
3.1.4. HUMEDAD RELATIVA.....	63
3.1.5. PRESIÓN ATMOSFÉRICA.....	64
3.1.6. GEOLOGÍA.....	65
3.1.7. GEOMORFOLOGÍA	66
3.1.8. EDAFOLOGÍA	67



3.2. ASPECTOS BIÓTICOS	68
3.2.1. FLORA	68
3.2.1. FAUNA	71
3.3. SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS NATURALES.....	81
3.3.1. SISMICIDAD Y/O TERREMOTOS.....	81
3.3.2. CORRIMIENTOS DE TIERRA	82
3.3.3. DERRUMBAMIENTOS O HUNDIMIENTOS	82
3.3.4. INUNDACIONES	83
3.3.5. DEGRADACIÓN DEL SUELO.....	84
3.3.6. CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES POR ESCURRIMIENTOS Y EROSIÓN	89
3.3.7. RIESGOS RADIOLÓGICOS	92
3.3.8. HURACANES.....	92
3.3.9. NIEBLA	92
3.3.10. INVERSIÓN TÉRMICA	93
3.4. ZONAS VULNERABLES	94
3.4.1. ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN.....	94
3.4.2. COMPONENTES AMBIENTALES.....	99
3.4.3. INFRAESTRUCTURA VIAL	101
3.4.4. USO DEL SUELO	104
4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	108
4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	108
4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	108
4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES	108
4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO	112
4.1.3.1. Análisis de riesgo cualitativo	113
4.1.3.2. Resultados	117
4.1.4. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	118
4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO	127
4.2.1. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS	127
4.2.1.1. Árbol de fallas	127
4.2.1.2. Desarrollo del árbol	129
4.2.2. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS	132



4.2.2.1. Descripción del modelo utilizado para la simulación de los eventos máximos.....	132
4.2.2.2. Resultados del análisis de consecuencias.....	137
5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....	140
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO	141
6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	141
6.2. INTERACCIONES DE RIESGO	151
7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO	158
8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO	159
8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	159
8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	160
8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	161
9. CONCLUSIONES	166
10. RESUMEN EJECUTIVO	168
11. ANEXOS	181



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Ductos para cada una de las estaciones distritales	11
Tabla 1.2. Áreas de ordenamiento y regulación AOR con el proyecto	13
Tabla 1.3. Zonificación regional para el ordenamiento territorial del PRDUVCT	18
Tabla 1.4. Normas de uso IMN	28
Tabla 1.5. Normas de uso AG-MP	29
Tabla 1.6. Normas de uso CU-233	30
Tabla 1.7. Normas de uso H-100	30
Tabla 1.8. Sectores distribuidos por municipio	41
Tabla 1.9. Ubicación de los sectores	41
Tabla 1.10. Coordenadas de la ubicación de las válvulas de seccionamiento por sector	44
Tabla 1.11. Consumos estimados	46
Tabla 1.12. Capacidad de las ERM	47
Tabla 1.13. Coordenadas de localización de las ERM	47
Tabla 1.14. Distancia a la que deberán de colocarse los postes de señalización	47
Tabla 1.15. Coordenadas de la ubicación de los cruzamientos de seccionamiento por sector ...	53
Tabla 2.1. Sectores distribuidos por municipio	55
Tabla 2.2. Consumos estimados	57
Tabla 2.3. Composición proporcional (%) molar del gas natural.	57
Tabla 3.1. Tipos de clima	60
Tabla 3.2 Temperatura promedio	61
Tabla 3.3. Tipos de rocas	65
Tabla 3.3. Sistema de topoformas	66
Tabla 3.4. Tipo de suelos	67
Tabla 3.5. Tipos de vegetación del área de estudio	69
Tabla 3.6. Aves potenciales para encontrar en el área de estudio	72
Tabla 3.7. Mamíferos potenciales para encontrar en el área de estudio	78
Tabla 3.8. Reptiles potenciales para encontrar en el área de estudio	80
Tabla 3.9. Anfibios potenciales para encontrar en el área de estudio	81



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Tabla 3.10. Tipos de degradación del suelo en el proyecto	85
Tabla 3.11. Días con niebla.....	92
Tabla 3.12. Cruzamiento con zonas vulnerables de población en el trazo del proyecto.	94
Tabla 3.13. Proximidad con zonas vulnerables de población en el trazo del proyecto.....	96
Tabla 3.14. Proximidad o cruzamiento con infraestructura urbana en el trazo del proyecto.....	97
Tabla 3.15. Proximidad con componentes ambientales en el búfer de 800 m.	99
Tabla 3.16. Proximidad con cuerpos de agua en el búfer de 800 m.....	100
Tabla 3.17. Proximidad con corrientes de agua en el búfer de 800 m.	101
Tabla 3.18. Cruzamiento con corrientes de agua en el trazo de proyecto.	101
Tabla 3.19. Proximidades con infraestructura vial en el búfer de 800 metros.....	101
Tabla 3.20. Proximidades con infraestructura petrolífera en el búfer de 800 metros.....	104
Tabla 3.21. Uso del suelo en el búfer de 800 metros.....	105
Tabla 4.1. Tabla de categorización de probabilidad.....	118
Tabla 4.2. Tabla de categorización de daños	119
Tabla 4.3. Tabla de categorización de exposición	119
Tabla 4.4. Tabla de niveles de riesgo en base a la magnitud de riesgo	119
Tabla 4.5. Resultados de la jerarquización efectuada.....	119
Tabla 4.6. Escenarios de riesgo seleccionados.....	127
Tabla 4.7. Símbolos utilizados para la representación del árbol de fallas	130
Tabla 4.8. Valores umbrales y descripción del evento de sobrepresión ""	133
Tabla 4.9. Efectos de la intensidad de la radiación'	136
Tabla 4.10. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de amortiguamiento y de alto riesgo).....	138
Tabla 4.11. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de muy alto riesgo) ...	139
Tabla 6.1. Análisis de vulnerabilidad	141
Tabla 6.2. Posibles interacciones de riesgos	151
Tabla 8.1. Recomendaciones técnico-operativas.....	162
Tabla 8.2. Programa para la implementación de las recomendaciones	164
Tabla 9.1. Escenarios de riesgo	167
Tabla 10.1. Ductos para cada una de las estaciones distritales.....	168



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Tabla 10.2. Sectores distribuidos por municipio	169
Tabla 10.3. Consumos estimados	170
Tabla 10.4. Estaciones de Regulación y Medición.....	170
Tabla 10.5. Coordenadas de localización de las ERM	171
Tabla 10.6. Composición proporcional (%) molar del gas natural.	171
Tabla 10.7. Escenarios de riesgo seleccionados	173
Tabla 10.8. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de amortiguamiento y de alto riesgo).....	174
Tabla 10.9. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de muy alto riesgo) ...	175
Tabla 10.10. Recomendaciones técnico-operativas.....	176
Tabla 10.11. Programa para la implementación de las recomendaciones	178



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del Proyecto.....	12
Figura 1.2. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México.....	15
Figura 1.3. Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco	19
Figura 1.4. Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Tecámac	22
Figura 1.5. Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Nextlalpan	27
Figura 1.6. Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Zumpango	35
Figura 2.1. Notas y simbología del DFP	57
Figura 2.2. Diagrama de Flujo del Proceso	58
Figura 3.1. Tipos de clima	60
Figura 3.2. Temperatura promedio	61
Figura 3.3. Dirección del viento en 24 horas.....	62
Figura 3.4. Rachas del viento en 24 horas.....	63
Figura 3.5. Humedad relativa en 24 horas	64
Figura 3.6. Presión atmosférica en 24 horas.....	65
Figura 3.7. Geología en el área de estudio del proyecto	66
Figura 3.8. Geomorfología en el área de estudio del proyecto	67
Figura 3.9. Edafología en el área de estudio del proyecto.....	68
Figura 3.10. Regionalización sísmica de CFE	82
Figura 3.11. Derrumbamientos o hundimientos.....	83
Figura 3.12. Inundaciones	84
Figura 3.13. Degradación del suelo	86
Figura 3.14. Grado de afectación	87
Figura 3.15. Tipo de erosión presente	88
Figura 3.16. Sitios fuertemente contaminados.....	90
Figura 3.17. Sitios contaminados	91
Figura 3.18. Días con niebla	93
Figura 3.19. Uso del suelo	106
Figura 4.1. Revisión histórica de Incendios en ductos en Estados Unidos (1999-2018).....	111



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Figura 4.2. Desglose de todas las causas significativas de incidentes reportados (2018)	112
Figura 4.3. Diagrama de flujo para la aplicación de la metodología	116
Figura 4.4. Formato para documentar la metodología ¿Qué pasa si...?	117
Figura 4.5. Representación gráfica del Árbol de fallas	128



INTRODUCCIÓN

El presente documento denominado Estudio de Riesgo realizado conforme a lo establecido en la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, que en lo sucesivo se le denominará ARSH, forma parte integral del Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Regional con Riesgo del proyecto: “Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”, en lo sucesivo “El Proyecto”. El regulado del presente Proyecto es Consorcio Mexi-Gas, S.A. de C.V.

Como se ha indicado, el ARSH se ha elaborado conforme a la GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HICROCARUROS (En lo sucesivo se le denominará “Guía para elaborar el ARSH”), publicada el 20 de agosto de 2020 en la página electrónica de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA).

Su realización la motiva el que el Regulado pretende llevar a cabo actividades a las que se refiere el artículo 3o. fracción XI, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Así como los que se refieren en los artículos 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 17 y 18 el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

El Proyecto cuenta con el PERMISO DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL PARA LA ZONA GEOGRAFICA DEL VALLE CUAUTITLAN-TEXCOCO Número G/042/DIS/98, expedido por la Comisión Reguladora de Energía, otorgado el 3 de septiembre de 1998, a favor de Consorcio Mexi-Gas, S.A. de C.V. con vigencia de 30 años a partir de la fecha del otorgamiento.

En este documento ARSH, los apartados **1.1 Proyecto, 1.3. De los pozos de exploración y extracción, y 1.4. Transporte por medios distintos a ductos**; de la Guía para elaborar el ARSH, no se desarrollan dada la naturaleza del Proyecto que nos ocupa, el cual no corresponde a los citados en los numerales referidos. Por lo que sólo se desarrolla el apartado **1.2. Transporte por Ductos**, como apartado 1.5., para el capítulo de Descripción del proyecto.



1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. NOMBRE Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El nombre del proyecto es “Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”.

El Proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una red de distribución de Gas Natural (GN) de sistemas independientes de baja presión ubicado en los municipios de Nextlalpan, Tecámac, Zumpango y Tonanitla en el Estado de México. Estos sistemas se situarán en la zona geográfica de distribución “Valle Cuautitlán – Texcoco – Hidalgo”.

El proyecto incluye el suministro de GN a alta presión (21 bar), la regulación (a 4 bar) y medición del GN y su distribución en 5 áreas (integradas por 10 sectores). Es importante mencionar que se contempla la instalación y operación de cuatro estaciones de regulación y medición (ERM, llamadas también estaciones distritales), las cuales distribuyen el GN a baja presión a 9 sectores, mientras que hay un sector que recibe suministro de un ducto de baja presión.

La red de distribución contará con ductos de acero al carbón (AC) y de polietileno de alta densidad (PEAD) en las longitudes siguientes:

Tabla 1.1. Ductos para cada una de las estaciones distritales

Proyecto	Longitud aprox. (km)	Longitud aprox. (km)
	AC	PEAD
Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango	17.09	660.21

Es preciso mencionar que es acorde con la “Política pública para la implementación del mercado de gas natural” de la Secretaría de Energía (SENER), la cual sienta las bases para crear un mercado de gas natural eficiente y competitivo que promueva las inversiones.

Fecha programada de inicio de operación y tiempo de vida útil del proyecto

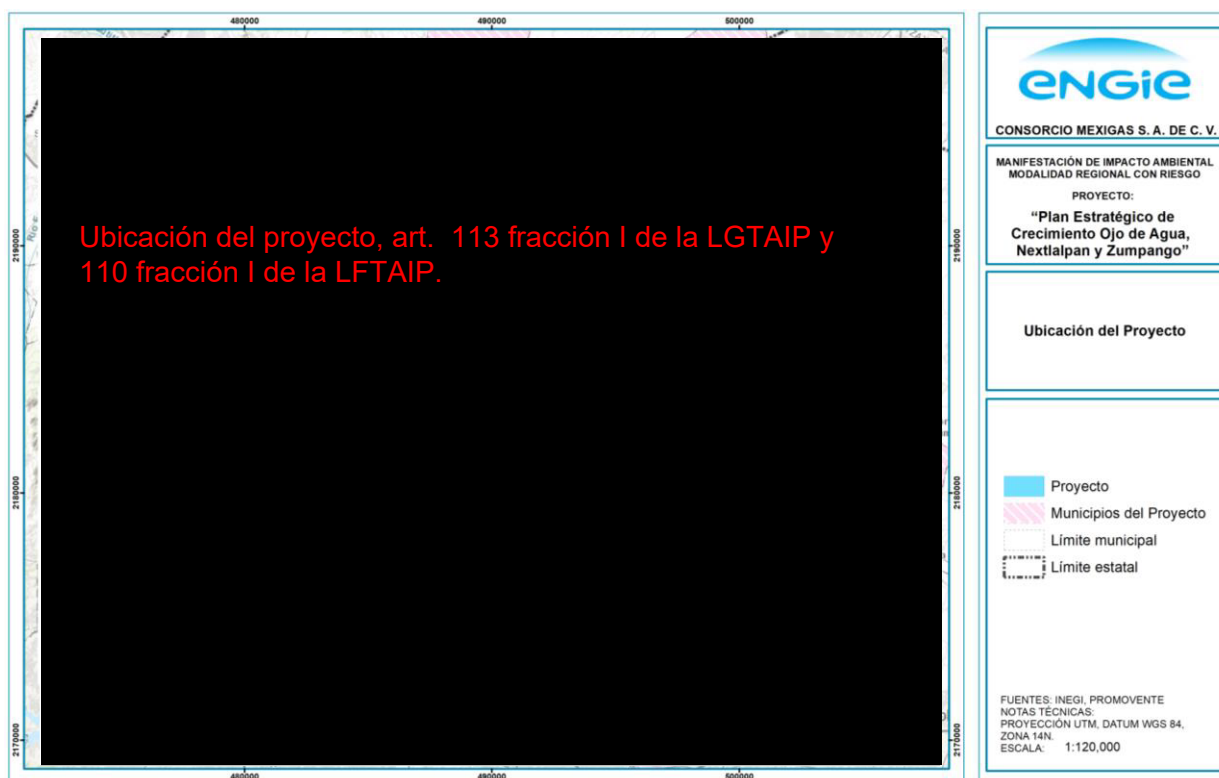
La fecha probable de inicio de operación del sector 1 de febrero de 2022. El Proyecto contempla una duración total de 55 años, de los cuales 3 años serán para la etapa de preparación del sitio y construcción, 50 años para operación y mantenimiento y 2 años para la etapa de cierre y abandono.

Es importante mencionar que estas fechas dependerán de varios factores, tanto técnicos como comerciales, por lo que podrán existir algunas variaciones, mismas que, en su caso, serán notificadas previamente a las autoridades competentes.

1.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El Proyecto se localizará en los municipios de Nextlalpan, Tecámac, Zumpango, Tonanitla en el Estado de México (ver figura siguiente). El plano de tubería general del proyecto (MEX-ZTNT-DTI-GEN-002) y el plano de los polígonos del proyecto (MEX-ZTNT-GEN-LOC-001) se incluyen en el **Anexo A**.

Figura 1.1. Ubicación del Proyecto



1.3. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO NACIONAL, ESTATAL y MUNICIPAL

1.3.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MÉXICO (PDUEM)

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México (PDUEM) fue elaborado y actualizado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y publicado el 19 de mayo del 2008, en la “Gaceta del Gobierno” que es el periódico oficial del Gobierno del Estado; a partir de esa fecha, las disposiciones normativas que contiene son obligatorias para las autoridades y los particulares, de conformidad con la legislación vigente en la materia.

El PDUEM tiene como objetivos:

- A) Estructurar y ordenar el territorio para tener ciudades competitivas y regiones de desarrollo, orientando el crecimiento a las zonas más aptas para usos urbanos, de acuerdo con las condiciones naturales del territorio y a una factibilidad para dotarlas de infraestructura, equipamiento y servicios.
- B) Fortalecer la infraestructura estratégica de la Entidad, fundamentalmente la relacionada a las comunicaciones, agua potable, drenaje y energía eléctrica, como detonadora del desarrollo socioeconómico de la entidad.
- C) Impulsar el desarrollo urbano ordenado para coadyuvar a la sustentabilidad ambiental y protección a la biodiversidad, así como reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos a situaciones de riesgo.
- D) Estimular y orientar inversiones para crear las condiciones materiales que permitan el desarrollo equilibrado de actividades productivas y satisfactores sociales.
- E) Estrechar la colaboración en materia de desarrollo urbano con los municipios del Estado y las entidades federativas de la Región Centro del País.

Los proyectos estratégicos de ordenamiento territorial se constituyen por las Áreas de Ordenamiento y Regulación (AOR) de aquellas localidades urbanas o rurales que tendrán mayores tasas de crecimiento poblacional para los próximos años. Las intervenciones en cada AOR corresponden a las que se establecen para cada una de ellas en el Sistema de Ordenamiento Territorial. Son prioritarias porque se encuentran en proceso de atracción de población y corresponden a las áreas de marginación y rezago social actual. Con esta visión, los actores del desarrollo urbano y en particular los gobiernos municipales se pueden adelantar a planear su territorio, alineado a las políticas y estrategias de las AOR.

Tabla 1.2. Áreas de ordenamiento y regulación AOR con el proyecto

Np	Proyectos de estratégicos de ordenamiento territorial	Descripción
1	Fraccionamientos y colonias populares de baja densidad	En estas Áreas se deben impulsar políticas de Reordenamiento Urbano para la búsqueda de consensos entre todos los actores locales, sobre todo para garantizar la introducción de servicios públicos de forma compartida, distribuyendo los costos correspondientes a los lotes baldíos para mitigar la especulación del suelo, y no solamente los procesos tradicionales de Regularización. No se deben promover los equipamientos urbanos y la introducción de los servicios urbanos hasta en tanto se generen los consensos de referencia. Los lotes vacantes representan una oportunidad de generar un mercado secundario de suelo al desarrollar la infraestructura deficitaria. El alto grado de consolidación de estas Áreas impide que las lotificaciones se puedan reajustar para reestructurar la traza urbana y favorecer las condiciones urbanas.
2	Área rural suburbana	El reordenamiento urbano es la estrategia de intervención de política pública en este tipo de territorios, a diferencia del mejoramiento urbano y regularización tradicional de la tenencia de la tierra. Estos territorios tienden a su completa urbanización. No se invertirá en equipamientos ni en infraestructuras urbanas hasta en tanto se cuente con los acuerdos de esta estrategia en los territorios aptos para el desarrollo urbano
3	Área rural en zonas rurales	Las AOR agropecuarias con vivienda rural son compatibles con vivienda nueva bajo la modalidad de los conjuntos habitacionales, siempre y cuando sea en los terrenos contiguos a la mancha urbana actual, evitando los enclaves dispersos y alejados.



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

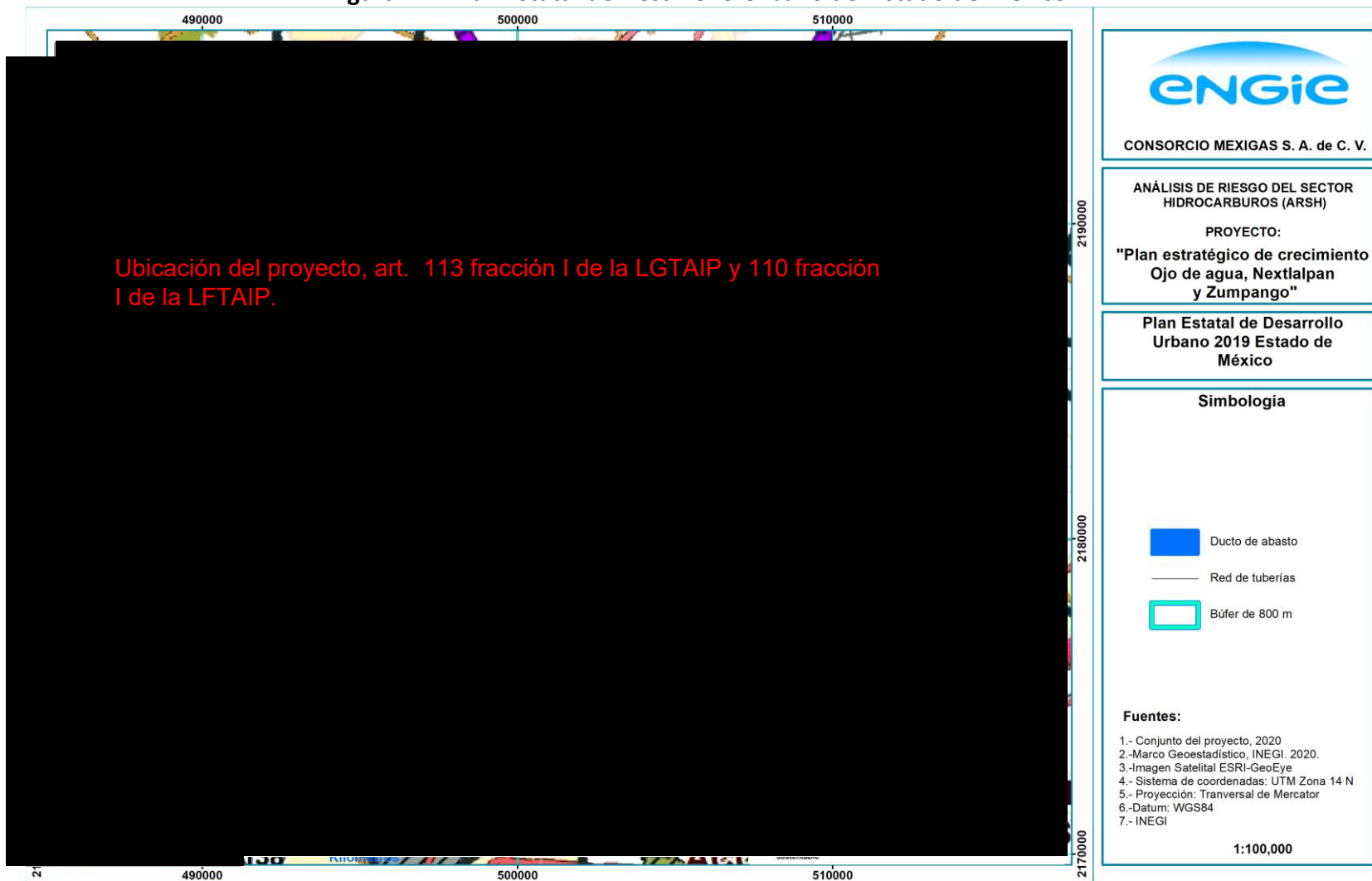
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

4	Aprovechamiento condicionado sustentable	En estas Áreas se deben impulsar las actividades agropecuarias actuales e inclusive, son compatibles con agroindustria u otras actividades que eleven la competitividad del medio rural.
5	Crecimiento urbano	Acción tendiente para ordenar y regular las zonas de expansión física de los Centros de Población. Se orientará el crecimiento hacia áreas que comparativamente requieran una menor inversión en infraestructura y equipamiento urbano, siempre que no afecte el equilibrio de los ecosistemas. Se evitará el crecimiento habitacional hacia áreas de alto o mediano aprovechamiento agrícola, forestal, pecuario o industrial, así como hacia áreas naturales protegidas o que tengan bellezas naturales o elementos que contribuyan al equilibrio ecológico; así como hacia zonas de alto riesgo. Se propiciará el aprovechamiento del suelo mixto para facilitar el acceso a los servicios, obtener un mayor aprovechamiento del suelo, mantener en forma constante la actividad urbana y lograr una mayor seguridad para los habitantes.
6	Conjuntos habitacionales antiguos	En estas Áreas se deben implementar acciones de mejoramiento urbano y de vivienda, espacios públicos y equipamientos urbanos, principalmente, entre otras como las de los conjuntos habitacionales recientes.



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 1.2. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México.





Al momento no ha sido actualizado y no prevé disposición alguna que incida con el proyecto, sólo acciones y estrategias que contribuyan con el desarrollo urbano del Estado.

1.3.2. PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO DEL VALLE DE CUAUTITLÁN-TEXCOCO.

El Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán – Texcoco (PRDUVCT) se publicó en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 12 de agosto de 2005. Propone como estrategias generales controlar y estructurar el desarrollo urbano y orientar el crecimiento a otras regiones. Se propone para, entre otros aspectos, lograr un desarrollo urbano integrado y estructurado que oriente el crecimiento metropolitano, equilibre los usos del suelo y mejore el acceso de la población a las oportunidades de vivienda; lograr un desarrollo sustentable preservando las áreas de valor ambiental e impulsando el desarrollo agropecuario y para articular los nuevos crecimientos urbanos con los antiguos poblados y zonas marginadas “haciendo ciudad”.

Se localiza al oriente del Estado de México, tiene una superficie de 632,100 hectáreas que representan el 28 por ciento del territorio de la entidad y se conforma por 59 municipios metropolitanos del Estado de México, que a su vez se agrupan en 7 Subregiones, definidas por el Gobierno del Estado para atender a la sociedad y promover un desarrollo regional sustentable y que conforman la zona metropolitana del valle Cuautitlán–Texcoco (ver plano D-2 Clasificación territorial).

En el contexto metropolitano, esta región del Estado de México se encuentra funcional, económica y socialmente integrada con la Ciudad de México. Ambas forman una gran unidad, no obstante que por su tamaño, origen y condiciones de urbanización, ofrecen una importante heterogeneidad socio espacial. Mientras el Distrito Federal tiende a concentrar actividades económicas de servicios, en los municipios metropolitanos del Estado de México se aprecia una fuerte presencia del sector industrial y gran potencial de desarrollo. Como consecuencia, el desarrollo y planeación del PRDUVCT dependen e impactan a la ZMVM, por lo que el Estado de México junto con el Distrito Federal han avanzado en diversos frentes para alcanzar estrategias comunes de desarrollo metropolitano. Distintas comisiones metropolitanas coordinan muchos de los esfuerzos conjuntos de los dos gobiernos.

A partir del análisis de las variables físico-geográficas y socioeconómicas de la Región y en congruencia con los niveles superiores de planeación, se definen como objetivos del Presente Plan Regional de Desarrollo Urbano, los siguientes:

- Establecer un desarrollo integrado y estructurado que oriente el crecimiento metropolitano, equilibre los usos del suelo, y mejore el acceso de la población a las oportunidades de vivienda, a las actividades económicas, a los espacios abiertos y a los equipamientos sociales; incorporando los planes de desarrollo urbano municipal, en un plan regional metropolitano.
- Mejorar el acceso de la población a las oportunidades de empleo, cultura, recreación y salud.
- Dotar de equipamientos sociales de calidad a los nuevos desarrollos y a las áreas urbanas existentes.
- Propiciar la oferta de vivienda suficiente y de calidad, diversificada, accesible, y con certidumbre jurídica; lo que permitirá mejorar las condiciones de habitabilidad en la zona.
- Captar “plusvalías” a favor de los habitantes.
- Fortalecer la autosuficiencia económica de la Región y reducir su dependencia en fuentes de trabajo y servicios del Distrito Federal.
- Promover las actividades económicas y el desarrollo de zonas industriales y centros de servicios.
- Conformar un medio físico propicio para el desarrollo y bienestar de la población.
- Asegurar la dotación de infraestructura y servicios para atender las necesidades impuestas por el crecimiento inevitable de la población.
- Hacer uso eficiente de la infraestructura disponible y aprovechar racionalmente el agua y la energía disponibles (Circuito Exterior Mexiquense, Vialidad Mexiquense, Tren Suburbano Buenavista –Cuautitlán, Cuautitlán – Huehuetoca; Macrocircuito, Sistema de Drenaje y Saneamiento del Valle de México).
- Mejorar las condiciones de accesibilidad, desde y hacia las diferentes zonas que conforman el área metropolitana; y facilitar la movilidad con patrones lineales y transversales de transporte masivo.
- Reducir la demanda relativa de transporte privado y alentar el uso del transporte público.
- Articular los nuevos crecimientos urbanos con los antiguos poblados y zonas marginadas, “haciendo ciudad”.

- Mejorar la calidad del medio ambiente consolidando espacios abiertos que permitan facilitar el acceso de la población a actividades recreativas, equilibrar los usos del suelo, contribuir a producir una identidad colectiva y crear pulmones de la ciudad.

Tabla 1.3. Zonificación regional para el ordenamiento territorial del PRDUVCT

Np	Zonificación regional
1	Área urbanizable
2	Área urbanizable no programada
3	Área urbana
4	Plan parcial de subcobertura regional
5	Área agrícola
6	Área natural

En este contexto el PRDUVCT prevé normas de zonificación regional para cuya aplicación se ha zonificado el territorio de la Región especificando el uso aplicable a cada una de las zonas delimitadas en el plano E-1 de dicho programa. En este sentido, los planes municipales no podrán consignar disposiciones normativas sobre el uso y aprovechamiento del suelo que resulten menos restrictivas de las consignadas en este plan; sin embargo, podrán imponer limitaciones mayores a las estipuladas en estas normas. Así, el PRDUVCT establece la posibilidad de que estas áreas sean urbanizables desde el punto de vista regional y será el Plan de Desarrollo Urbano Municipal correspondiente, en el que se determinen las densidades y usos específicos a que podrán dedicarse, tomando en cuenta las condicionantes a escala municipal y las políticas correspondientes.

Es de señalar que los lineamientos que consigna este Plan deberán adoptarse e instrumentarse en los correspondientes Planes Municipales de Desarrollo Urbano y en su caso los de Centros de Población; también se instrumentará a través de las acciones y obras que lleven a cabo las diversas dependencias del Gobierno del Estado en la Región.

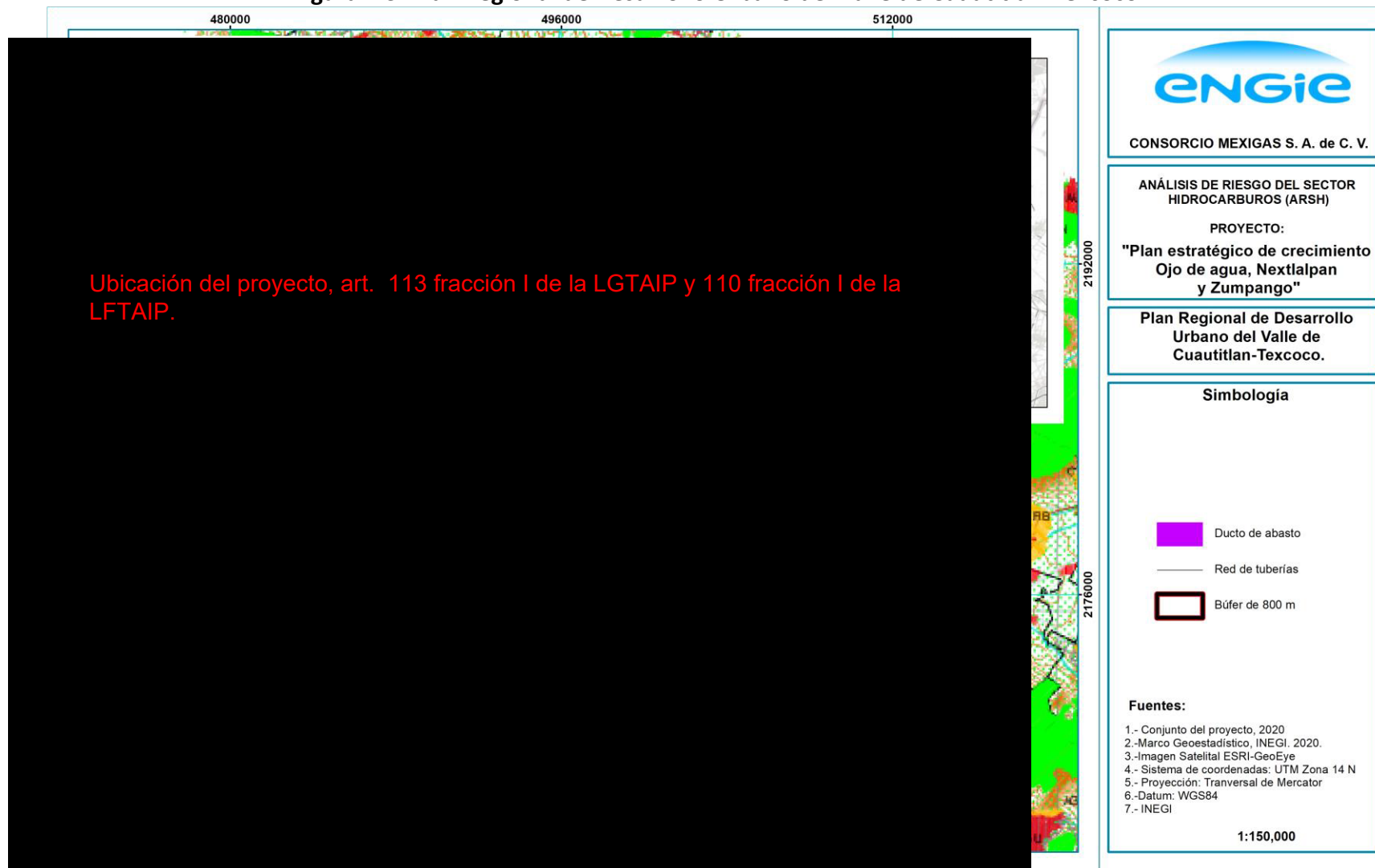
Así, la zonificación de los planes municipales de desarrollo urbano y de los planes de centros de población, establecerá los usos del suelo permitidos y prohibidos, así como su compatibilidad y determinarán aquellos usos sujetos a dictamen de impacto regional, por medio de tablas diseñadas para las diferentes zonas que integran los territorios municipales.

De la revisión del PRDUVCT no se identifica alguna restricción para la realización del Proyecto, considerando además que de acuerdo con éste, los usos del suelo permitidos y prohibidos, así como su compatibilidad corresponderá a los planes municipales de desarrollo urbano y de los centros de población. Los ductos existentes o de proyecto (Sectores 9 y 10) La zonificación para áreas naturales está colidando con el proyecto y se encuentra en el área búfer de 800 metros, por lo que el Proyecto se encuentra fuera de esta zonificación.



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 1.3. Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco





1.3.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TECÁMAC

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tecámac (PMDUT) fue publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 10 de diciembre de 2003 y modificado totalmente el 22 de noviembre de 2007 mediante la publicación de dicho plan en el mismo medio de difusión. En términos de la modificación realizada, este Plan se constituye como el instrumento técnico – jurídico que en materia de planeación urbana determina los lineamientos aplicables al ámbito municipal y promoverá la coordinación de esfuerzos federales, estatales y municipales que garanticen un desarrollo sustentable y armónico con el medio urbano, social y natural. Su modificación forma parte de un esfuerzo integral entre diversos órganos de la administración pública estatal y municipal para garantizar la existencia de mecanismos de planeación actualizados en la entidad, acordes a la dinámica económica poblacional.

Los alcances de la modificación consistieron en: 1. Antecedentes y fundamentación jurídica, 2. Diagnóstico, 3. Prospectiva, 4. Políticas, 5. Estrategia, 6. Catálogo de proyectos, obras y acciones, 7. Instrumentación, 8. Anexo Gráfico, 9. Anexo estadístico y metodológico y 10. Epílogo; en tal sentido, actualmente el PMDUT se encuentra estructurado por dichos apartados.

Conforme a su modificación, son objetivos generales del PMDUT, entre otros, proponer la estructura y normatividad urbana en usos y destinos, que permita el ordenamiento urbano y garantice el bienestar social; así como definir las zonas aptas y no aptas para desarrollo urbano. Por su parte, son objetivos particulares, entre otros, definir las políticas de desarrollo urbano que servirán para impulsar las actividades económicas del municipio; a través de la previsión de centros y corredores urbanos relacionados con las actividades productivas del municipio (agrícola, industrial y comercial), además de los proyectos de relevancia económica y social; así como resolver los rezagos en materia de infraestructura y equipamiento aprovechando al máximo el que se encuentra ya instalado y promoviendo su construcción para orientar el crecimiento urbano.

Por su parte en el PDUMT establece que la zonificación prevista en éste constituye el elemento primordial para la ordenación, regulación y control del desarrollo urbano y establece los usos permitidos, condicionados y prohibidos, así como la densidad e intensidad de construcción y las disposiciones generales aplicables para el área urbanizable; en tal sentido, es de cumplimiento obligatorio tanto para autoridades como para particulares. Así, las normas de zonificación de usos y destinos del suelo están contempladas en el plano E-2, las que permiten determinar para cada predio: a) Los usos generales permitidos y prohibidos y los de impacto significativo, y b) Las dimensiones mínimas por lote, la superficie máxima de construcción o en su caso, el número de viviendas; las alturas máximas permisibles y el porcentaje libre de construcción.



En este sentido, para las normas de zonificación, de usos y destinos del suelo, prevé:

- Usos generales del suelo: Son usos que con esta denominación se contemplan en el plano de Zonificación de usos generales E2, que será utilizado por el Gobierno del Estado para la autorización de la licencia de uso de suelo.
- Usos que generan impacto regional: son las que, por sus dimensiones, necesidades de infraestructura o transporte pueden repercutir preponderantemente en su área de influencia; se señalan con las iniciales (UIR) y se autorizan por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, previo dictamen.
- Usos permitidos y prohibidos: Son los que bajo estas denominaciones se señalan en las respectivas tipologías de zonas contenidas en el plano E2 y su correspondiente tabla de compatibilidad de usos del suelo.

Por su parte, la tipología de zonas de acuerdo con el plano E2 son las siguientes:

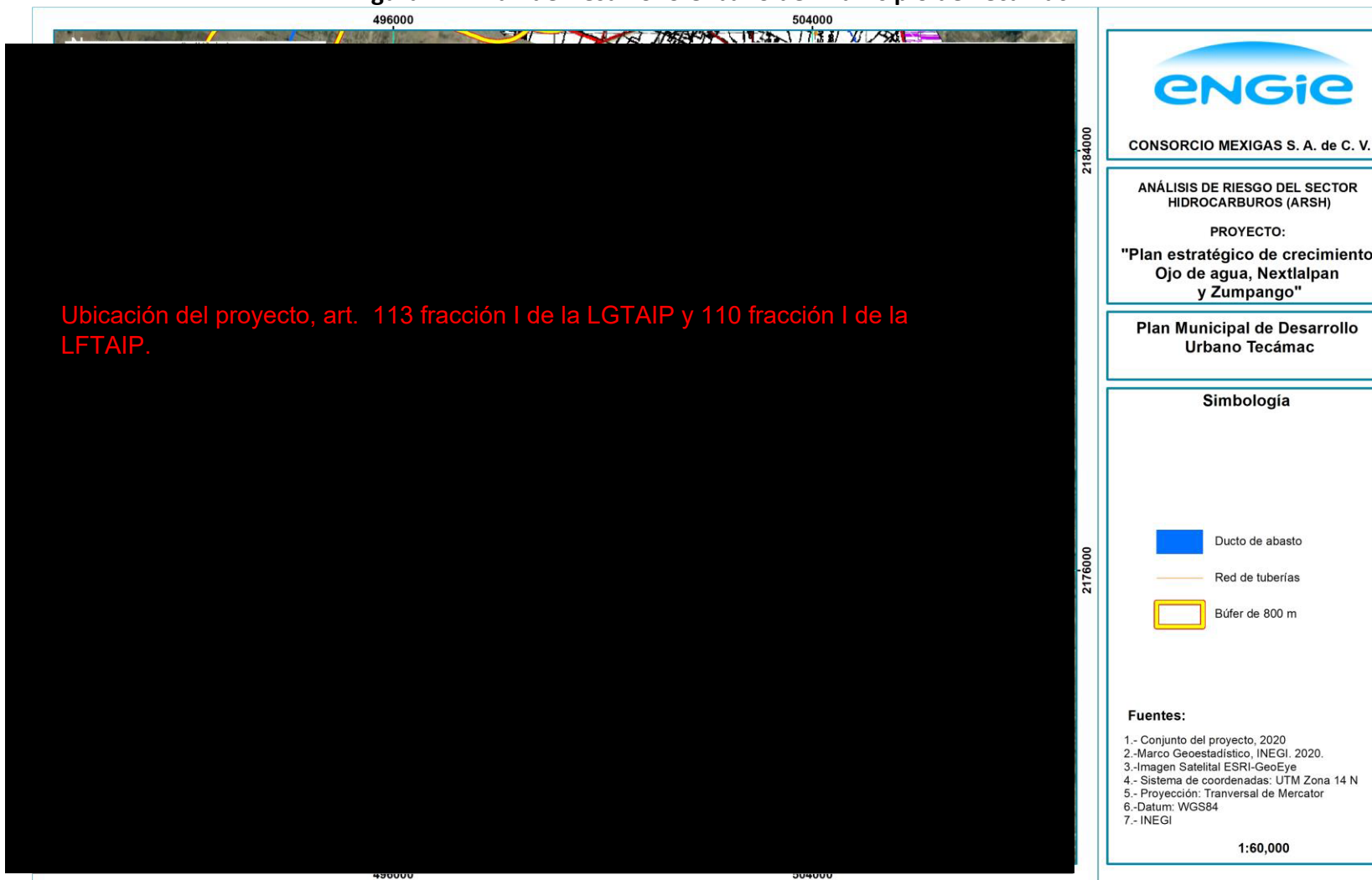
1. Habitacionales (**H.100.A, H.100.B, H.125.A, H.200.A, H333.A, H417.A y H.1000.A**).
2. Centros y corredores urbanos (Centro urbano: **CU-100-A, CU-125-A, CU-125_B, CU-200-A, CU-333-A, CUR** y Corredor urbano: **CRU-100-A, CRU-125-A, CRU-200-A y CRU-300-A**).
3. Equipamiento urbano (**E-EC** Educación y cultura, **E-SA** Salud y Asistencia, **E-C** Comercio, **E-RD** Recreación y deporte, **E-CT** Comunicaciones y transporte, **E-A** Abasto, **E-T** Turismo y **E-AS** Administración y servicios).
4. Industria (**I-G** Grande, **I-P** Pequeña, **I-M** Mediana: **C** Contaminante, **N** No contaminante, **A** Alto riesgo).
5. Natural (**N-BOS** Bosque, **N-PAR** Parque: **P** Protegida y **N No** protegida. **BAR** Barrancas, **BOS** Bosque, **PAR** Parque, **PAS** Pastizal, **ZR** Zonas de riesgo).
6. Agropecuario (**AG-AP** Alta productividad, **AG-MP** Mediana productividad, **BP** Baja productividad: **T**-Temporal **R**-Riego).
7. Fraccionamientos y conjuntos urbanos autorizados.

En este sentido, de acuerdo con la zonificación prevista en el PMDUT, el proyecto se ubica en la siguiente zonificación: Habitacional (H-100-A, H-200-A y H-333-A), Centro urbano (CU-125-E) y Bosque (N-BOS-N), tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 1.4. Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Tecámac





Las normas de usos de suelo aplicables a la zonificación en la que incide el Proyecto son las siguientes:

i. H-100-A Habitacional densidad 100

Usos generales

Habitacional mezclado con comercio y servicio de cobertura básica y especializados; establecimientos con servicio de alimentos sin venta de bebidas alcohólicas y de moderación; equipamientos de educación, cultura, recreación, deportes, comercio, servicios y asistenciales; instalaciones para la seguridad pública y procuración de justicia.

Normas de uso

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha y se permite la instalación de usos de servicios. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60 m² de superficie y un frente de mínimo de 4.0 m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 4 niveles y 10 m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida equivalente a 3.2 veces la superficie del lote.

ii. H-200-A Habitacional densidad 200

Usos generales

Habitacional mezclado con comercio y servicio de cobertura básica y especializados; establecimientos con servicio de alimentos sin venta de bebidas alcohólicas y de moderación; instalaciones hoteleras, equipamientos de educación, cultura, recreación, deportes, comercio y servicios; instalaciones para la seguridad y procuración de justicia.

Normas de uso

Se tendrá una densidad máxima de 50 viv/ha y se permite la instalación de usos de servicios dentro de la vivienda. Se podrá autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 120 m² de superficie y un frente mínimo de 7m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 4 niveles y 10.0 m, deberá dejarse como mínimo 30% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida equivalente a 2.8 veces la superficie del lote.



iii. H-333-A Habitacional densidad 333

Usos generales

Habitacional mezclado con comercio y servicio de cobertura básica y especializados; establecimientos con servicio de alimentos sin venta de bebidas alcohólicas y de moderación, instalaciones hoteleras; equipamiento de educación, cultura, recreación, deportes, comercio y servicios; instalaciones para la seguridad pública y procura de justicia.

Normas de uso

Se tendrá una densidad máxima de 30 viv/ha. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 200 m² de superficie y un frente de cuando menos 10 m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 3 niveles o 7.5 m., deberá dejarse como mínimo 40% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida equivalente a 1.8 veces la superficie del lote.

iv. CU-125-E Centro urbano con equipamiento densidad 125

Usos generales

Habitacional mezclado con oficinas, bancos, establecimientos de productos y servicios básicos y especializados, comercios especializados en compra, renta de vehículos, mercados, bodegas y depósitos múltiples con venta directa al público, centros comerciales, establecimientos con servicios de alimentos con o sin bebidas alcohólicas, servicios de salud, equipamientos educativos, instalaciones para espectáculos, la recreación y los deportes, área verdes, instalaciones para el transporte, instalaciones de comunicaciones servicios de apoyo a la agricultura, ganadería y silvicultura, instalaciones en general.

Normas de uso

Se permitirá la construcción de equipamiento a escala municipal, servicios y comercios básicos y especializados, una vivienda por cada 125 m² de terreno, con una densidad máxima de 80 viv/ha. La altura máxima requerida es de 3 niveles o 7.5 m sin incluir tinacos, el lote mínimo para la autorización de subdivisiones es de 75 m², con un frente mínimo de 4 m, se podrá construir en el 75% del predio, dejando el 25% restante libre. La intensidad máxima de construcción será de 2.25 veces la superficie del predio.



v. N-BOS-N Bosque natural no protegido

Áreas, que para cumplir con algunos de los objetivos de la estrategia del plan, se pretende la atención y aprovechamiento sin deterioro de la reserva natural principalmente en la zona Cerril (arriba de la cota 2,300 msnm)”, mediante promociones intensivas de forestación y reforestación, así mismo se podrá usar para el esparcimiento de la población, construyendo trota pistas, o construcciones similares, además de la infraestructura adecuada para el servicio, mantenimiento y mejoramiento de estas áreas.

Con lo que, de la revisión de la zonificación y usos previstos en el PDUMT en los que incide el proyecto, no se identifica alguna restricción para su realización, no obstante, se someterá a evaluación de la autoridad municipal para obtener la autorización que el ámbito de su competencia le corresponde otorgar en esta materia.

1.3.4. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE NEXTLALPAN

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Nextlalpan (PMDUMN) fue publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 24 de marzo de 2006 y modificado totalmente el 5 de agosto de 2010 mediante la publicación de dicho plan en el mismo medio de difusión. En términos de la modificación realizada, el PMDUMN se conforma como la herramienta técnica jurídica que en materia de planeación urbana determinará los lineamientos aplicables en el ámbito municipal y garantizará un desarrollo sustentable y armónico con el medio urbano, social y natural. Su modificación forma parte de un esfuerzo integral entre diversos órganos de la administración pública estatal y municipal para garantizar la existencia de mecanismos de planeación actualizados en la entidad, acordes a la dinámica económica poblacional.

Los alcances del PMDUMN se encuentra estructurados de la siguiente manera: 1. Antecedentes y fundamentación jurídica, 2. Diagnóstico, 3. Prospectiva, 4. Políticas, 5. Estrategia, 6. Catálogo de proyectos, obras y acciones, 7. Instrumentación, 8. Anexo Gráfico, y 9. Anexo estadístico y metodológico; en tal sentido, actualmente el PMDUMN se encuentra estructurado por dichos apartados.

Conforme a su modificación, son objetivos del PMDUMN, entre otros, actualizar el instrumento vigente que actualmente rige el desarrollo urbano de Nextlalpan, en función el modelo de desarrollo definido tanto por las autoridades federales, estatales y municipales; así como contar y establecer los instrumentos y mecanismos actualizados de planeación del desarrollo urbano, en concordancia con las disposiciones federales, estatales y municipales, con el objetivo de ordenar y regular el uso del suelo tanto al interior del área urbana como en el resto del territorio



municipal. Por su parte, son objetivos particulares, entre otros, definir las bases para establecer un sistema de integral para la planeación y la administración del desarrollo urbano; así como consolidar y fortalecer los usos del suelo que de acuerdo con las condiciones territoriales existentes en el municipio son los más aptos a desarrollar, y definir las normas generales para un desarrollo urbano sustentable en zonas de crecimiento.

Este Programa prevé que la clasificación que realiza de su territorio es conclusión del diagnóstico y de las necesidades de suelo para recibir a la población definida en las políticas estatales, con lo que su territorio se ha delimitado por el área urbana actual y las áreas urbanizables, así como las no urbanizables; asimismo, se ha definido el límite de las zonas de crecimiento urbano y la zona de preservación ecológica.

Así, se considera como área urbana actual las áreas ocupadas por las áreas habitacionales, industriales y de servicios existentes, la que comprende un total de 937.86 ha; por su parte, las zonas urbanizables son las áreas comprendidas al sur y poniente de la cabecera municipal, así como al oriente y sur de Xaltocan, mismas que se incorporarán al desarrollo urbano a través de zonas habitacionales, comerciales y equipamiento y zonas industriales, así como las ubicadas en la periferia de la cabecera municipal, las que se incorporará como zona habitacional. Se consideran áreas no urbanizables las zonas agrícolas de alta productividad ubicadas al norte y oriente del municipio, así como las áreas correspondientes a las zonas definidas como parque urbano, que representa el 66.67% de la superficie total municipal.

Con lo que la zonificación de usos y destinos en zonas urbanas, urbanizables y no urbanizable es la siguiente:

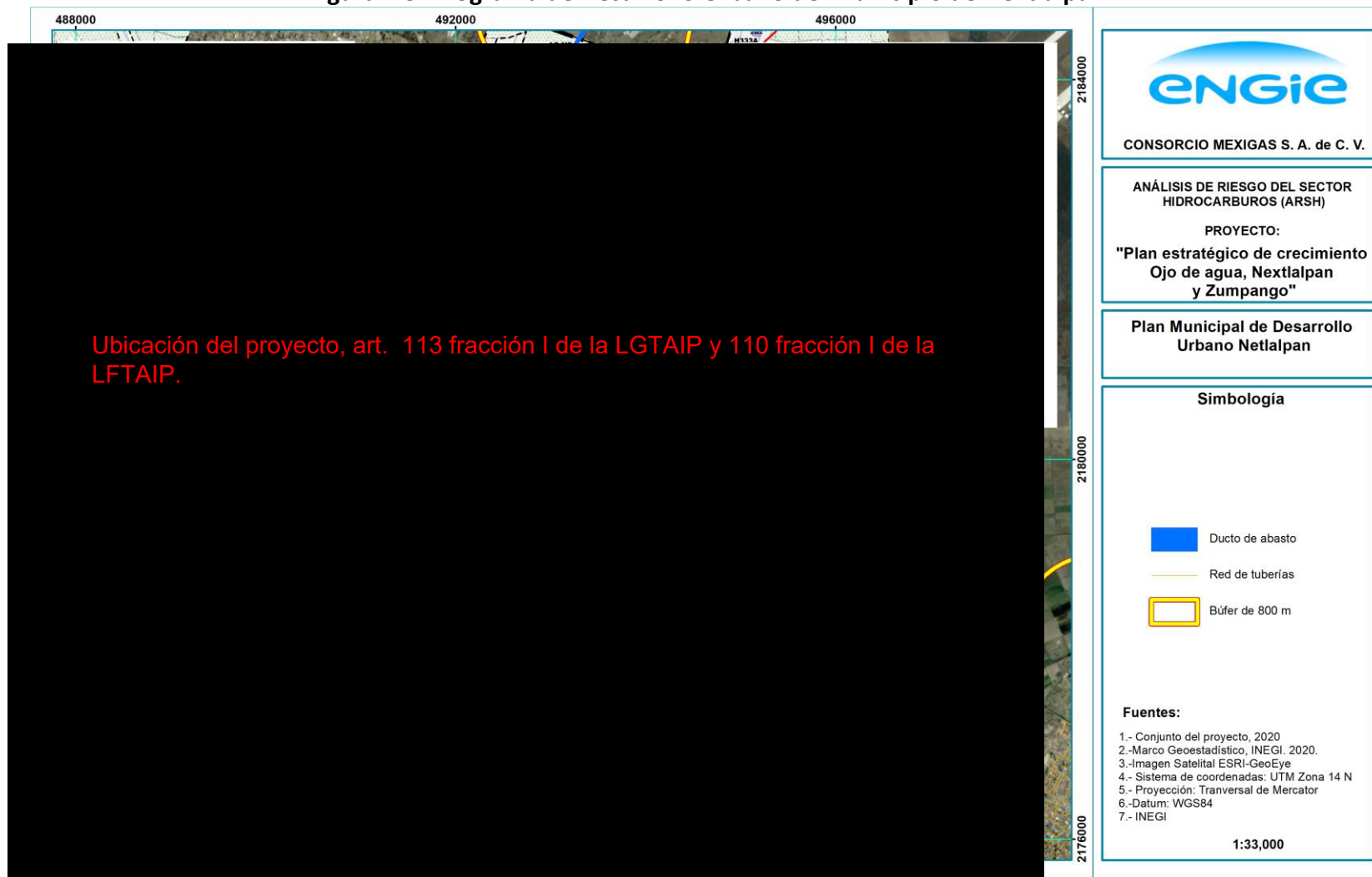
1. Habitacional (H100A, H200A, H250A, H300A, H333A, H417A H833A).
2. Comercio y servicios (CU100A, CU200A, CU250A, CU333A, CU.I, CRU, EQUIPAMIENTO).
3. Industria (IMN, IPA).
4. Agropecuarias (AG-MP).
5. No urbanizable.

Dicha zonificación se encuentra en el cuerpo del Programa, así como en el plano E-2. En este sentido, de acuerdo con la zonificación prevista en el PMDUMN, el proyecto se ubica en la siguiente zonificación: Industria (**IMN** Industria mediana no contaminante), Agrícola (**AG-MP** Agrícola Mediana Productividad) Centro Urbano (**CU-233-A**), Habitacional (**H-100-A**) y Equipamiento Urbano Abasto y Comercio Regional (**E-AC-R**), tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 1.5. Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Nextlalpan





Las normas de usos de suelo aplicables a la zonificación en la que incide el Proyecto son las siguientes:

i. IMN Industria mediana no contaminante

Uso

Industria

Usos generales

Industria Mediana No Contaminante

Tabla 1.4. Normas de uso IMN

Normas de uso:	Valor
Habitantes / hectárea	Np
No de viviendas / hectárea	Np
M2 de terreno bruto / vivienda	Np
M2 de terreno neto / vivienda	Np
Frente ml.	20
Superficie m ²	1200
Máximo no de viviendas por lote	Np
% uso habitacional y/o no habitacional	30
% uso habitacional y/o no habitacional	70
Niveles	Dt
ML. Sobre desplante	25
Número de veces el área del predio	Dt

No se permite la construcción de vivienda. Se permitirán subdivisiones cuando las fracciones resultantes sean mayores a 1200 m². Se permitirá un máximo de altura de 25 metros sin incluir tinacos a partir del nivel de banquetta. Sólo se permitirá la ocupación del 70% del predio útil, debiendo dejar libre el 30% restante. El frente mínimo de los predios deberá de ser de 20 m y sólo se autorizarán subdivisiones cuando los lotes resultantes no sean menores a 1200 m². La intensidad máxima de construcción será a través de dictamen técnico.

ii. AG-MP Agrícola mediana productividad

Uso:

Agrícola.

Usos generales:



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Agrícola mediana productividad y actividades agrícolas y pecuarias.

Tabla 1.5. Normas de uso AG-MP

Normas de uso:	Valor
Habitantes / hectárea	Np
No de viviendas / hectárea	Np
M ² de terreno bruto / vivienda	Np
M ² de terreno neto / vivienda	Np
Frente ml.	50
Superficie m ²	5000
Máximo no de viviendas por lote	Np
% uso habitacional y/o no habitacional	95
% uso habitacional y/o no habitacional	5
Niveles	1
Ml. Sobre desplante	3.00
Número de veces el área del predio	0.05

No se permite la construcción de vivienda. Se permitirán subdivisiones cuando las fracciones resultantes sean mayores a 5000 m². Se permitirá un máximo de altura de 1 niveles, 3 metros sin incluir tinacos a partir del nivel de banquetta. Sólo se permitirá la ocupación del 5% del predio útil, debiendo dejar libre el 95% restante.

El frente mínimo de los predios deberá de ser de 50m y sólo se autorizarán subdivisiones cuando los lotes resultantes no sean menores a 5000 m². La intensidad máxima de construcción será de 0.05 v.s.p.

iii. CU-233-A Centro urbano densidad 333

Uso:

Centro urbano.

Usos generales:

Habitacional unifamiliar, comercio de productos o servicios básicos y comercio de productos o servicios especializados.



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Tabla 1.6. Normas de uso CU-233

Normas de uso:	Valor
Habitantes / hectárea	141
No de viviendas / hectárea	30
M2 de terreno bruto / vivienda	333
M2 de terreno neto / vivienda	200
Frente ml.	8
Superficie m2	200
Máximo no de viviendas por lote	1.00
% uso habitacional y/o no habitacional	30
% uso habitacional y/o no habitacional	70
Niveles	2
Ml. Sobre desplante	6.00
Número de veces el área del predio	1.4

Se permite la construcción de una vivienda por cada 333 m2 (Terreno bruto). Se permitirán subdivisiones cuando las fracciones resultantes sean mayores a 200 m2. Se permitirá un máximo de altura de 2 niveles, 6 metros sin incluir tinacos a partir del nivel de banquetta. Sólo se permitirá la ocupación del 70% del predio útil, debiendo dejar libre el 30% restante. El frente mínimo de los predios deberá de ser de 8 m y sólo se autorizarán subdivisiones cuando los lotes resultantes no sean menores a 200 m2. La intensidad máxima de construcción será de 1.4 v.s.p.

Se deberá considerar una proporción de 70% para comercio, servicios y equipamiento y un 30% sólo para vivienda.

iv. H-100-A Habitacional densidad 100

Uso:

Habitacional

Usos generales:

Habitacional unifamiliar mezclado con comercio y servicios básicos.

Tabla 1.7. Normas de uso H-100

Normas de uso:	Valor
Habitantes / hectárea	470
No de viviendas / hectárea	100
M ² de terreno bruto / vivienda	100
M ² de terreno neto / vivienda	60
Frente ml.	4



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Superficie m2	60
Máximo no de viviendas por lote	1.00
% uso habitacional y/o no habitacional	25
% uso habitacional y/o no habitacional	75
Niveles	2
MI. Sobre desplante	6.00
Número de veces el área del predio	1.5

Se permite la construcción de una vivienda por cada 100 m² (Terreno bruto). Se permitirán subdivisiones cuando las fracciones resultantes sean mayores a 60 m². Se permitirá un máximo de altura de 2 niveles, 6 metros sin incluir tinacos a partir del nivel de banquetta. Sólo se permitirá la ocupación del 75% del predio útil, debiendo dejar libre el 25% restante. El frente mínimo de los predios deberá de ser de 4 m y sólo se autorizarán subdivisiones cuando los lotes resultantes no sean menores a 60 m². La intensidad máxima de construcción será de 1.5 v.s.p.

v. E-AC-R Equipamiento urbano abasto y comercio regional

La zona de equipamiento estará destinada a la localización de edificios, instalaciones y espacios de uso colectivo en los que se proporciona a la población servicios de: educación y cultura, salud y asistencia social, comercio y abasto, comunicaciones y transporte, recreación y deporte, servicios urbanos y administración pública.

Normas de uso:

La altura y la intensidad de construcción se regirán por aquellas que estén establecidas en los predios aledaños, o en su caso las establecidas por las Normas de Equipamiento Urbano de la SEDESOL.

Este uso del suelo se distribuye en las áreas urbanas del Municipio y en zonas específicas descritas en el Plano E-2.

En estos usos queda prohibido el uso habitacional.

Con lo que, de la revisión de la zonificación y usos previstos en el PMDUMN en los que incide el proyecto, no se identifica alguna restricción para su realización, no obstante, se someterá a evaluación de la autoridad municipal para obtener la autorización que el ámbito de su competencia le corresponde otorgar en esta materia.



1.3.5. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE ZUMPANGO

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Zumpango (PMDUMZ) fue publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 29 de enero de 2003 y modificado por segunda vez el 30 de marzo de 2015 mediante la publicación de dicho plan en el mismo medio de difusión. En términos de la modificación realizada, el PMDUMZ se constituye como el instrumento técnico – jurídico que, en materia de planeación urbana determina los lineamientos aplicables al ámbito municipal y promueve la coordinación de esfuerzos federales, estatales y municipales, que garanticen un desarrollo sustentable y armónico con el medio urbano, social y natural. Su modificación forma parte de un esfuerzo integral entre diversos órganos de la administración pública estatal y municipal para garantizar la existencia de mecanismos de planeación actualizados en la entidad, acordes a la dinámica económica poblacional.

Los alcances del PMDUMZ se encuentra estructurados de la siguiente manera: 1. Antecedentes y fundamentación jurídica, 2. Diagnóstico, 3. Prospectiva, 4. Políticas, 5. Estrategia, 6. Catálogo de proyectos, obras y acciones, 7. Instrumentación, 8. Anexo Gráfico, 9. Anexo estadístico y metodológico, y 10. Epílogo; en tal sentido, actualmente el PMDUMZ se encuentra estructurado por dichos apartados.

Conforme a su modificación, son objetivos generales del PMDUMZ, entre otros, dotar a las autoridades municipales de un instrumento técnico y de validez jurídica para garantizar la ordenación y regulación del desarrollo urbano en el municipio; así como proponer la estructura y normatividad urbana en usos y destinos que permita el ordenamiento urbano y garantice el bienestar social. Por su parte, son objetivos particulares, entre otros, mejorar las condiciones de vida de la población, apoyando las actividades económicas del municipio; mediante la creación de nuevos empleos y el fortalecimiento de los actuales con inversión productiva; inversión en la capacitación del capital humano y la comercialización de los productos y servicios; así como aprovechar su localización estratégica respecto al puente terrestre del Pacífico al Golfo que enlazará los puertos de Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Tuxpan y Veracruz, mediante la conclusión de la vialidad denominada Arco Norte: Atlacomulco – Jilotepec – Tula – Ciudad Sahagún - San Martín Texmelucan.

Este Programa prevé una estrategia de desarrollo urbano cuyo objetivo es mantener de manera aceptable las condiciones que estén ligadas al desarrollo del municipio, especialmente en los rubros de control de los asentamientos irregulares, dotación de servicios, conservación del medio ambiente, cubrir déficits en cuanto a infraestructura, servicios urbanos y a la reordenación del crecimiento del municipio; controlar el desarrollo urbano, evitar condiciones de riesgo natural e



inducido, evitar la consolidación de colonias urbanas irregulares e impulsar el desarrollo industrial, comercial y de servicios del municipio.

En este sentido, prevé lineamientos estratégicos que son las reglas, conceptos y premisas que deben cumplirse tanto en la elaboración como en la instrumentación del Proyecto estratégico, los cuales consideran los siguientes grandes temas: Ambientales, urbanos, territoriales, socioeconómicos. Estos estarán encaminados, entre otros aspectos, a crear corredores industriales, comerciales y de servicios especializado y mejorar el equipamiento existente en lo referente a instalaciones, así como el mobiliario para que cubra las necesidades de la población. Debido a ello, clasifica su territorio en área urbana, área urbanizable y área no urbanizable. La primera comprende una superficie de 5,876.5 Ha que representan el 24 % de la superficie del municipio. En esta área se consideran las zonas habitacionales consolidadas, las zonas industriales, comerciales y de servicios, así como equipamientos. La segunda, se constituye como la reserva para usos urbanos y está definida también por las zonas sujetas a urbanizarse. Comprende una superficie de 5,077.3 Ha que representan el 20.7% del total del área municipal, y, finalmente la tercera comprende una superficie de 13,542 Ha. Está integrada por los usos agrícolas, matorrales y la zona del área natural. Representa el 55.3% de la superficie municipal.

Con lo que la zonificación de usos y destinos en zonas urbanas, urbanizables y no urbanizable propuesta en el cuerpo del Programa y el mapa E2 es la siguiente:

1. Zonas comerciales y de servicios (CS100A, CS100B, CS250A).
 - a. Centros urbanos (CU 100A, CU200A, CU250A, CU417A. CUR Centro urbano regional, CHC Centro histórico y cultural 200A, CU-ECT Centro urbano ecoturístico).
 - b. Corredores urbanos (CRU Corredor urbano 200A, CRU100A, CRU100B, CRU200A, CRU250A, CRU300A, CRU333A, CRU417A, CRI).
2. Zonas habitacionales (H300, H100A, H100B, H200A, H250A, H300A, H333A, H417A, H500A).
3. Equipamiento (E-EC Educación y cultura, E-SA Saludo y asistencia, E-RD Recreación y deporte, E-SU Servicios urbanos, E-AS Administración y servicios y E-T Transporte).
4. Industria (I-M Mediana, I-CS Comercios y servicios: N- No contaminante).
5. Zona federal (ZF-M- Base aérea militar “Santa Lucia”).
6. Área Natural. (N-BOS Bosque, N-PAR Parque, N-MAT Matorral, N-PAS Pastizal: N- No Protegido, P-Protegido).
7. Agropecuario. (AG-MP Agrícola de mediana productividad).
8. Cuerpo de Agua (CA).



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

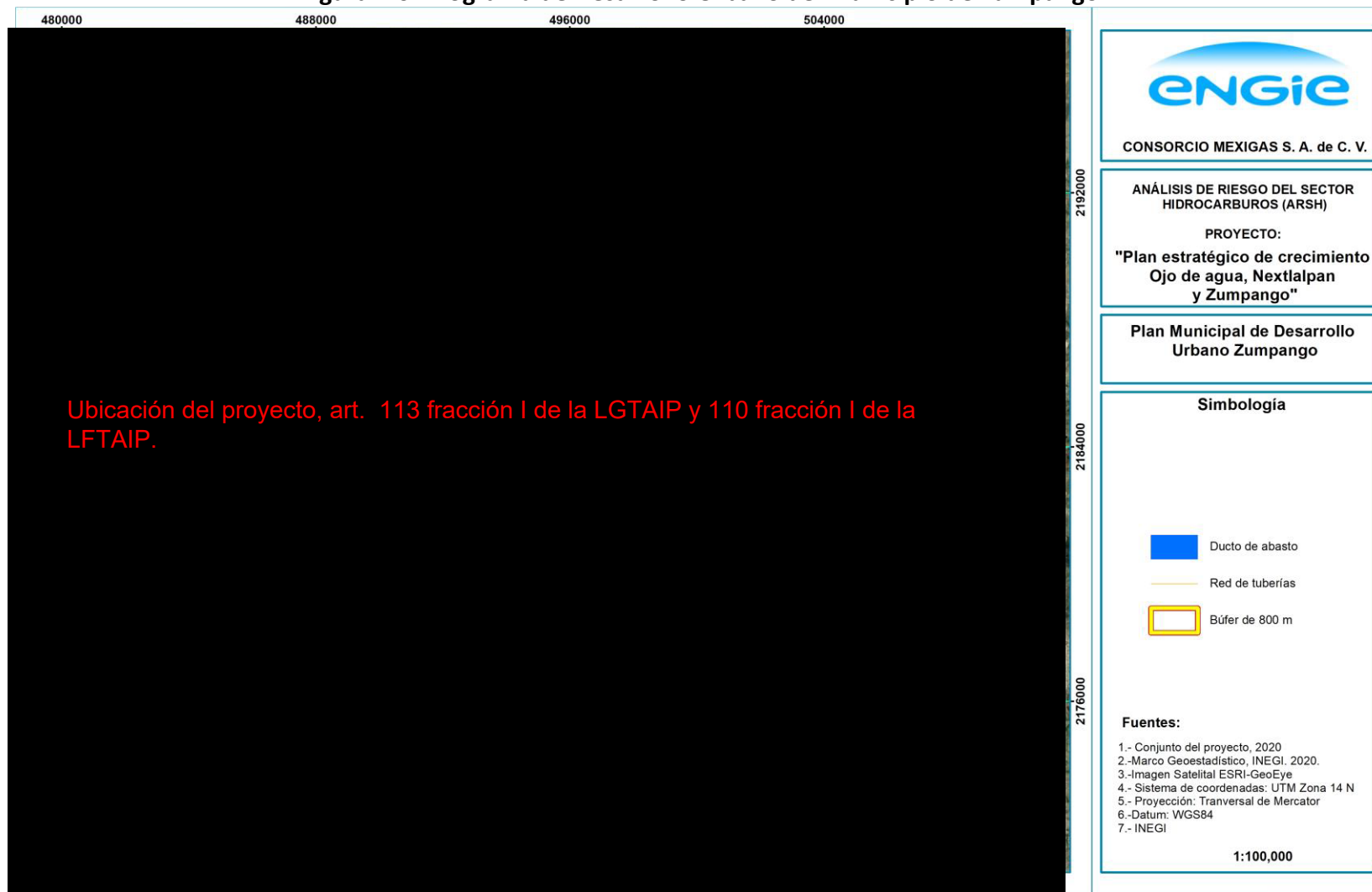
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

En este sentido, de acuerdo con la zonificación prevista en el PMDUMZ, el proyecto se ubica en la siguiente zonificación: Habitacional (**H-100-A, H-100-B**), Centro Urbano (**CU-100-A**), Corredor urbano (**CRU-100**), Comercios y servicios (**CS100-A y CS100-B**), tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.



ESTUDIO DE RIESGO CONFORME EL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR
HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 1.6. Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Zumpango



Las normas de usos de suelo aplicables a la zonificación en la que incide el Proyecto son las siguientes:

i. H-100-A Habitacional densidad 100

Usos generales.

Habitacional con servicios integrados a la vivienda.

Usos específicos.

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha y se permite la instalación de usos de servicios dentro de la vivienda. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60m² de superficie y un frente de cuando menos 4m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 3 niveles o 9m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida máxima equivalente a 2.4 veces la superficie del lote.

ii. H-100-B Habitacional densidad 100

Usos generales.

Habitacional con servicios integrados a la vivienda.

Usos específicos.

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha y se permite la instalación de usos de servicios dentro de la vivienda. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60m² de superficie y un frente de cuando menos 4m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 6 niveles o 18m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida máxima equivalente a 4.8 veces la superficie del lote.

iii. CU-100-A Centro urbano densidad 100

Usos generales.

Se permitirá la construcción de comercios y servicios especializados, así como equipamiento urbano. Se permite la vivienda.



Usos específicos.

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha y se permite la instalación de usos de servicios dentro de la vivienda. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60m² de superficie y un frente de cuando menos 4m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 12 niveles o 36m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida máxima equivalente a 9.6 veces la superficie del lote.

iv. CRU-100 Corredor urbano densidad 100

Usos generales.

Se permitirá la construcción de comercios y servicios especializados, así como equipamiento urbano. Se permite la vivienda.

Usos específicos.

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha y se permite la instalación de usos de servicios dentro de la vivienda. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60m² de superficie y un frente de cuando menos 4m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 5 niveles o 15m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida máxima equivalente a 4 veces la superficie del lote.

v. CS100-A Comercio y servicios densidad 100

Usos generales.

Comercio y servicios especializados, así como equipamiento urbano. Se permitirá la construcción de vivienda hasta en un 90%.

Usos específicos.

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60m² de superficie y un frente de cuando menos 4m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 3 niveles o 9m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida máxima equivalente a 2.4 veces la superficie del lote.

vi. CS100-B Comercio y servicios densidad 100

Usos generales.

Comercio y servicios especializados, así como equipamiento urbano. Se permitirá la construcción de vivienda hasta en un 90%.

Usos específicos.

Se tendrá una densidad máxima de 100 viv/ha. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 60m² de superficie y un frente de cuando menos 4m. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 6 niveles o 18m, deberá dejarse como mínimo 20% de la superficie del lote sin construir y una superficie construida máxima equivalente a 4.8 veces la superficie del lote.

Con lo que, de la revisión de la zonificación y usos previstos en el PMDUMZ en los que incide el proyecto, no se identifica alguna restricción para su realización, no obstante se someterá a evaluación de la autoridad municipal para obtener la autorización que el ámbito de su competencia le corresponde otorgar en esta materia.

1.3.6. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE TONATITLA

De la información pública disponible no se identifica que este municipio cuente con algún plan o programa de desarrollo urbano.

1.4. BASES DE DISEÑO DEL PROYECTO

Para la elaboración de las bases de diseño del Proyecto, se emplearon Criterios, Normas Oficiales Mexicanas (NOM), códigos, estándares, buenas prácticas empleados NOM-001-SECRE-2010 “Especificaciones del gas natural”.

- NOM-002-SECRE-2010 “Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural”.
- NOM-003-ASEA-2016 “Distribución de gas natural y gas licuado del petróleo por ductos”.
- NOM-031-STPS-2011 “Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo”.
- NOM-020-STPS-2011 Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas.
- NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas.
- Reporte AGA XQ8803 Parte 9 Diseño de estaciones de regulación y medición.
- Norma Española UNE-EN-12186 Sistemas de distribución de gas – Estaciones de regulación de presión de gas para el transporte y la distribución.
- Manual de canalizaciones de distribución, Parte 1 Construcción, SEDIGAS.
- Reporte AGA No. 9 medición de gas a través de medidores ultrasónicos.
- Norma de referencia Pemex NRF-081-PEMEX-2005 Medición ultrasónica de hidrocarburos en fase gaseosa.
- Norma Europea NF EN 12480 Medidores de desplazamiento rotatorio de gas.
- Norma Europea NF EN 12405 Medidores de gas de desplazamiento rotatorio.
- ANSI B 109.3 “Medidores de gas de desplazamiento tipo rotativo”.
- Reporte AGA No. 7 medición de gas a través de medidores tipo turbina.
- Reporte AGA No. 15 Corrector electrónico.
- Norma de referencia Pemex NRF-083-PEMEX-2004 Sistemas Electrónicos de Medición de Flujo para Hidrocarburos en Fase Gaseosa.
- ASME Sección VIII Diseño, fabricación e inspección de tanques y recipientes de presión.
- Norma Mexicana NMX-X-031-SCFI-2010 Válvulas de paso – especificaciones y métodos de prueba.
- ANSI B 16.10 Dimensiones de válvulas.
- ANSI B 16.34 Válvulas con bridas, roscadas y soldadas.
- API 6D Especificación para válvulas de tubería.
- Norma Mexicana NMX-B-177-1990 Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión caliente.
- ASTM A-53 Especificación estándar para tubería de acero, negro e inmersión en caliente, recubierto de zinc, soldado y sin costilla.
- ANSI / API 5L Especificaciones para líneas de tubería.
- ANSI / ASME B16.5 Bidas de tuberías y accesorios con brida.
- ANSI / ASME B16.11 Accesorios soldables.
- ASTM A-234-04 Conexiones forjadas.
- ASTM A-193 Especificación estándar para la aleación de acero y acero inoxidable de espárragos de alta temperatura o el servicio de alta presión y otras aplicaciones para fines especiales.

- ASTM A-194 Especificación estándar para tuercas de acero al carbono y aleado para los pernos de alta presión o de servicio de alta temperatura, o ambos.
- API 1104 Soldadura de tuberías e instalaciones conexas.
- NACE-1/SSPC-SP 5 Limpieza abrasiva a metal blanco.
- UNE-EN 837-1 Manómetros de tubo Bourdon.
- ASTM A269 Especificación estándar para tubings de acero sin costura y soldados inoxidables para servicios generales.

1.5. TRANSPORTE POR DUCTOS

El presente no es un proyecto lineal, sino una red de distribución de gas natural. Consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una red de distribución de GN de sistemas independientes de baja presión ubicado en los municipios de Nextlalpan, Tecámac, Zumpango y Tonanitla en el Estado de México. Estos sistemas se situarán en la zona geográfica de distribución “Valle Cuautitlán – Texcoco – Hidalgo”.

El proyecto incluye el suministro de GN a alta presión (21 bar), la regulación (a 4 bar) y medición del GN y su distribución en 5 áreas (integradas por 10 sectores). Es importante mencionar que se contempla la instalación y operación de cuatro ERM, llamadas también estaciones distritales), las cuales distribuyen el GN a baja presión a 9 sectores, mientras que hay un sector que recibe suministro de un ducto de baja presión.

Las estaciones contarán con ductos de acero al carbón (AC) y de polietileno de alta densidad (PEAD) con las siguientes características (especificaciones, diámetros, longitudes y cálculo de volumen):

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • AC 2" ø Ced. 40 API 5L Gr. B -23.8 m | Volumen: 0.048238665 m ³ |
| • AC 6" ø Ced. 40 API 5L Gr. B -3,206.17 m | Volumen: 58.48538822 m ³ |
| • AC 8" ø Ced. 40 API 5L Gr. B -13,859.85 m | Volumen: 449.4659889 m ³ |
| • PE SDR 11; 250 mm-2,918.77 m | Volumen: 616.176962 m ³ |
| • PE SDR 11; 200 mm-14,880.46 | Volumen: 294.5523466 m ³ |
| • PE SDR 11; 125mm – 57,581.28 m | Volumen: 706.6302705 m ³ |
| • PE SDR 11; 63 mm- 94,491.01 m | Volumen: 2968.52957 m ³ |
| • PE SDR 11; 40mm – 490,336.90 m | Volumen: 24069.41258 m ³ |

En total, se requerirán de 17,089.82 m de tubería de AC y 660,208.40 m de PEAD.

Suponiendo que la red de distribución (con los diámetros y longitudes indicadas) se empleara como almacenamiento, se podrían almacenar (a condiciones de presión y temperatura ambientales) 17,789.61 kg. de GN (Volumen: 29163.30134 m³ x Densidad: 0.61 kg/m³). De acuerdo con el segundo listado de sustancias altamente riesgosas, la cantidad de reporte para el metano es de 500 kg. Por lo que se considera una sustancia altamente riesgosa.

El objetivo de esta red es distribuir el servicio de gas natural para las viviendas de la zona comprendida en el proyecto “**Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango**”; que se ubican en los municipios ya mencionados. La zona de afluencia del proyecto se delimitará en 10 sectores distribuidos por municipio de la siguiente manera.

Tabla 1.8. Sectores distribuidos por municipio

Id	Sector	Municipio	Zona de distribución (ERM / área)
1	Santa Inés	Nextlalpan, Tonanitla	ERM Sector 01
2	Jardines de Bugambilias	Zumpango	ERM Sector 02
3	Jardines	Zumpango	ERM Sector 03
4	Paseos de San Juan	Zumpango	
5	Santa Fé	Zumpango	
6	Jardines de Girasoles	Zumpango	
7	Villas de La Laguna	Zumpango	
8	Urbano Santa María	Zumpango	
9	Ojo de Agua 1	Tecámac	ERM Sector 09
10	Ojo de Agua 2	Tecámac	Sector 10

A su vez cada sector se delimita por las siguientes calles correspondientes:

Tabla 1.9. Ubicación de los sectores

Sector	Nombre	Orientación	Avenidas
01	Santa Inés	Al Norte	Por la Av. Hacienda Sta. Inés
		Al Sur	Por la Av. Canal de Desagüe
		Al Este	Por la Av. Ant. Nextlalpan
		Al Oeste	Por la Av. Canal de Desagüe
02	Jardines de Bugambilias	Al Norte	Por la calle 05 de febrero
		Al Sur	Por la calle Capulín Huérfano
		Al Este	Por la calle Camino a San Andrés
		Al Oeste	Por la Avenida Camino a San Andrés
03	Jardines	Al Norte	Por la Av. Camino a San Bartolo
		Al Sur	Por la Carretera Tecámac-Zumpango
		Al Este	Por la calle comunal
		Al Oeste	Por la Av. Zumpango-Tizayuca
04	Paseos de San Juan	Al Norte	Por Avenida Comunal
		Al Sur	Por la Carretera Tecámac-Zumpango
		Al Este	Por la Calle Av. Mogotes
		Al Oeste	Por la Av. Hidalgo (Tizayuca-HGO)
05	Santa Fe	Al Norte	Por la calle De Miguel Hidalgo
		Al Sur	Sin Calle.
		Al Este	Por la calle José María Morelos
		Al Oeste	Por la Avenida Miguel Hidalgo
06	Jardines de Girasoles	Al Norte	Sin Calle.
		Al Sur	Por la Av. Zumpango-Tizayuca

Sector	Nombre	Orientación	Avenidas
07	Villas de la Laguna	Al Este	Por Viaducto Bicentenario
		Al Oeste	Sin calle.
		Al Norte	Por la calle paseo del rey
		Al Sur	Por Viaducto Bicentenario
		Al Este	Por Camino Viejo a Jilotzingo
		Al Oeste	Por la calle Camino de Sta. María Cuevas
08	Urbano Santa Maria	Al Norte	Sin Calle
		Al Sur	Por la calle Tizayuca
		Al Este	Sin calle.
		Al Oeste	Por la Av. Ignacio Zaragoza
09	Ojo de Agua 1	Al Norte	Por la México-Pachuca
		Al Sur	Sin Calle
		Al Este	Por la México-Pachuca
		Al Oeste	Sin Calle
10	Ojo de Agua 2	Al Norte	Por la Av. Reforma
		Al Sur	Por la Av. 22 de diciembre (Carr. Jaltocan-Ecatepec)
		Al Este	Por la México-Pachuca
		Al Oeste	Por la calle paseo del rey norte

En el plano **MEX-ZTNT-GEN-LOC-001** se puede observar el área de afluencia del desarrollo de la red para este proyecto.

El sistema cuenta con un ducto de distribución principal de AC de 8” el cual distribuye el gas a los sectores 02 y 03, este ducto se interconectará del ducto existente de AC 14” (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003).

El ducto principal de AC 8” alimenta a la ERM-ZTNT-S3 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003), la cual regula la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 250mm que distribuye el servicio a los sectores 03, 04, 05, 06, 07 y 08 (ver plano general MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Del ducto de distribución de AC 8” se instalará una derivación de AC en 2” para alimentar a la ERM-ZTNT-S2 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003), la cual regula la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 125mm que distribuye el servicio al sector 02.

El sector 01 partirá del City Gate “VILLA DE LAS FLORES No. 1268” ubicada entre las avenidas Av. 15 de septiembre y Av. Canal de Desagüe en el Municipio de Nextlalpan, en el cual se instalará la ERM-ZTNT-S1 (el suministro se recibe por una derivación de AC de 2” del ducto existente de 14” de AC), cuya finalidad es regular la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 125 mm.

Para la distribución del servicio en el sector 09, se instalará un ducto de abasto de AC de 6” de diámetro, el cual se interconectará a un ducto existente de AC 6”, el ducto de abasto alimentará a la



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

ERM-ZTNT-S9, cuya finalidad es regular la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 200 mm que distribuye el servicio en el sector 9 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Para distribuir el servicio en el sector 10, se interconectará un ducto de PEAD-125 mm, a un ducto de proyecto de PEAD-125 mm (ver plano MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Los ductos existentes o de proyecto (Sectores 9 y 10) que se mencionan en las interconexiones del sistema ya cuentan con permiso. Los resolutivos correspondientes se presentan en el Anexo A, Carpeta “Permisos ambientales existentes”:

Mediante oficio resolutivo número S.G.P.A/DGIRA/.DEI.1175.04 de fecha 07 de junio de 2004, se obtuvo la autorización de Impacto Ambiental Modalidad Particular y Riesgo Ambiental, correspondientes a las obras y actividades del Proyecto “**RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN EL MUNICIPIO DE TECÁMAC, ESTADO DE MÉXICO**” a favor de **CONSORCIO MEXI-GAS, S. A. DE C.V.**, con pretendida ubicación en el municipio de Tecámac, Estado de México.

Mediante oficio resolutivo número ASEA/UGSIVC/DGGC/10905/2017 de fecha 04 de agosto de 2017, se obtuvo la autorización de Informe Preventivo, correspondientes a la preparación, construcción y operación del Proyecto “**TECÁMAC -OJO DE AGUA**” a favor de **CONSORCIO MEXI-GAS, S. A. DE C.V.**, con pretendida ubicación en las localidades de Ojo de Agua y Tecámac, pertenecientes al municipio de Tecámac, Estado de México.

Los demás permisos necesarios para la construcción y operación del Proyecto que nos ocupa, se estarán realizando en tiempo y forma, tal como lo es el presente trámite de MIA-R con Estudio de Riesgo.

Válvulas de seccionamiento

El proyecto contará en toda su trayectoria con válvulas de seccionamiento, georreferenciadas con coordenadas UTM, tomadas del plano MEX-ZTNT-DTI-GEN-002 y que a continuación se indican:

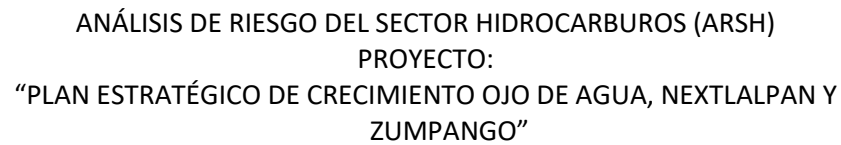


ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Tabla 1.10. Coordenadas de la ubicación de las válvulas de seccionamiento por sector

SECTOR 1			SECTOR 3			SECTOR 4		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y	VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y	VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S1			V1S3			V1S4		
V2S1			V2S3			V2S4		
V3S1			V3S3					
V4S1			V4S3			VÁLVULA	C	Y
V5S1			V5S3			V1S5		
V6S1			V6S3			V2S5		
V7S1			V7S3			V3S5		
V8S1			V8S3			V4S5		
V9S1			V9S3			V5S5		
V10S1			V10S3					
			V11S3			VÁLVULA	C	Y
			V12S3			V1S6		
			V24S3			V2S6		
VÁLVULA	C	X	V25S3			V3S6		
V1S2			V13S3			V4S6		
V2S2			V14S3			V5S6		
V3S2			V15S3					
V4S2			V16S3					
V5S2			V17S3					
V6S2			V18S3					
			V19S3					
			V20S3					
			V21S3					
			V22S3					
			V23S3					



SECTOR 7			
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y	
V1S7			
V2S7			
V3S7			
V4S7			
V5S7			
V6S7			
V7S7			
V8S7			
V9S7			
V10S7			
V11S7			
V12S7			
V13S7			
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y	
V1S8			
V2S8			
V3S8			
V4S8			

[illegible]

Los resultados de la simulación de este sistema se encuentran referenciados por nodo (número) en el reporte de nodos del software GasWorks 10.0 en el documento **MEX-ZNTN-GW-001**.

Del reporte de nodos mencionado y acuerdo con la afluencia del proyecto los consumos estimados se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 1.11. Consumos estimados

Sector	Cantidad	Unidad
ERM Sector 02	409.6	m ³ /h
ERM Sector 03	8870.9	m ³ /h
ERM Sector 01	1650.3	m ³ /h
ERM Sector 09	3513	m ³ /h
Consumo sector 10	421.4	m ³ /h
TOTAL	14865.2	m³/h

Diseño Selección y Aplicación de Sistemas Anticorrosivos

Para el caso de las tuberías de acero en alta presión, establecerán los requisitos mínimos para la selección, aplicación e inspección de sistemas anticorrosivos en tuberías, cumpliendo con la normatividad vigente aplicable y las mejores prácticas de la industria, de acuerdo con la DIG-ETG-04.

En el caso de la ampliación del sistema de distribución de alta presión, se conectará al sistema de corriente impresa (rectificador y cama anódica) en el sistema de alta presión Valle Cuautitlán- Texcoco-Hidalgo, las características tipo de este arreglo se encuentran referenciados en el plano MEX-ZTNT-GEN-PCT-001. Con la finalidad de cumplir con lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016, se deberá seguir el punto 6.1.22 “Protección Catódica”, de la ETG IG-STG-ETG-02.

Clase de localización

Para efectos de diseño del Proyecto se tomó para toda la red de distribución, la clase de localización 4, en donde el área unitaria en la que predominan construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja, donde el tráfico vehicular es intenso o pesado y donde existen numerosas instalaciones subterráneas.

Estaciones de Regulación y Medición

Para la distribución de gas natural se instalarán 4 Estaciones de Regulación y Medición con coordenadas UTM referenciadas en el plano **MEX-ZTNT-DTI-GEN-002**, las cuales se encontrarán ubicadas por sector de la siguiente manera:

Tabla 1.12. Capacidad de las ERM

ID	Modelo
ERM Zumpango (ERM 3)	G1600
ERM Santa Inés (ERM 1)	G400
ERM Jardines de Bugambilias (ERM 2)	G400
ERM Ojo de Agua 1 (ERM 9)	G650

Los planos tipos de estación seleccionadas se encuentran referenciados en los planos **MEX-ZTNT-GEN-ERM-001**, **MEX-ZTNT-GEN-ERM-002** y **MEX-ZTNT-GEN-ERM-003**, los cuales muestran las características tipo según el modelo de la estación.

A continuación, se indican las coordenadas de localización de las ERM.

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Tabla 1.13. Coordenadas de localización de las ERM

Estación	Sector	Municipio	X	Y
ERM-ZTNT-S1	Sector 1 "Santa Inés"	Nextlalpan		
ERM-ZTNT-S2	Sector 2 "Jardines de Bugambilias"	Zumpango		
ERM-ZTNT-S3	Sector 3 "Jardines"	Zumpango		
ERM-ZTNT-S9	Sector 9 "Ojo de Agua 1"	Tecámac		

Sistemas de Aislamiento para ERM

Para cada una de las estaciones se construirán sistemas de aislamiento que consisten en nichos que rodean a la estación con las siguientes características: Loza Tapa, Loza de Cimentación, Trabes y Castillos, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ (Concreto Armado) con block o tabique prefabricado que cumplan con los estándares de calidad y normativas de diseño para estas estructuras, la puerta de la estación de acero al carbón tipo Louver, tales características se describen en la **ETG IG-STG-ETG-03** y el plano tipo del sistema se muestra en los plano **MEX-ZTNT-GEN-CIV-001**.

Colocación de postes de señalización.

Se instalarán postes de señalización con el fin de advertir la presencia de la tubería enterrada, tomando como mínimo las distancias mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 1.14. Distancia a la que deberán de colocarse los postes de señalización

Clase de localización	Distancia en m Distribución	Distancia en m Transporte
1, 2	Cada 1000	Cada 1000
3	Cada 500	Cada 1000
4	Cada 100	Cada 500
5	NA	Cada 100



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Adicional a lo mencionado en la tabla, en cada cambio de dirección a lo largo de la trayectoria del gasoducto, así como en inicios de ramales, válvulas de servicio, extremos de línea, etc. así como lo más cercano a caminos, carreteras, autopistas, cursos de agua, vías férreas, perforaciones direccionales, etc. y en los cambios de dirección; deberán colocarse dos postes de señalización, uno a cada lado de la vía y/o cruce especial.

Sin perjuicio de lo expresado, se deberán colocar señales de advertencia en zonas con accidentes no especificados y que por sus características así lo requieran.

El contenido de los señalamientos deberá cumplir con el contenido mínimo y tipografía indicados en la NOM-003-ASEA según aplique.

Protección catódica

Dadas las características de la obra y el tipo de suelo a lo largo de la traza, se deberá determinar la solución técnica más aceptable para asegurar una adecuada protección catódica del gasoducto y sus instalaciones a lo largo de su vida útil cumpliendo con la DIG-ETG-02 “Especificación técnica general Diseño, Construcción, Modificación, Instalación y Evaluación de Sistema de Protección Catódica”.

El Sistema de Protección Catódica podrá realizarse mediante ánodos galvánicos o corriente impresa, siendo dimensionado para lograr una vida útil del sistema mayor a 20 años. Los ánodos galvánicos en ningún caso deberán ser conectados directamente a la tubería, estos deberán conectarse a través de Cajas de Medición de Potencial (CMP) de 2 puntos.

LA CONTRATISTA deberá diseñar y proveer todos los materiales, elementos, instrumentos de medición, etc. para efectuar todos los trabajos necesarios para la instalación y puesta en funcionamiento del sistema de protección catódica de todas las tuberías y accesorios de acero enterrados como parte de la ejecución de la obra; las cuales deberán ser aprobadas por el Área de Proyectos de LA EMPRESA.

Para la elaboración del proyecto y ejecución de las obras, LA CONTRATISTA deberá obtener toda la información necesaria y tomar todas las medidas pertinentes a fin de diseñar un sistema de protección catódica adecuado para la infraestructura a proteger bajo criterios de protección, y en caso de que no sea posible, contar con un sistema libre de interferencias, con la instalación adecuada para su mitigación y monitoreo, debiendo cumplir con lo establecido en la ETG de Sistema de Protección Catódica de LA EMPRESA.

Levantamiento de la Resistividad y pH de Suelos

Para las mediciones de resistividad se deberá utilizar el método de Wenner. Para la medición de pH se deberán extraer muestras del suelo a la profundidad de instalación del gasoducto, determinándose así el pH por medio de un pH-metro o potenciómetro.

Cuando la traza se desarrolle por calzadas pavimentadas, las mediciones podrán ser realizadas simultáneamente con la ejecución de la obra.

Las mediciones deberán ser realizadas por personal calificado con acreditada experiencia en el tema, utilizando instrumentos adecuados. En la presentación del informe correspondiente se deberá indicar la marca y el modelo del instrumento usado, así como fecha del último mantenimiento y/o calibración.

Selección del revestimiento

En el caso de las tuberías de acero, deberán suministrarse de preferencia con el recubrimiento aplicado en fábrica, estas deberán cumplir con lo indicado en la DIG-ETG-04 “Especificación técnica general para la selección y aplicación de Sistemas Anticorrosivos” y la reparación del mismo.

Estudios de interferencias

Se deberán considerar especialmente las interferencias por corriente alterna como lo son las líneas de transmisión de energía eléctrica y la influencia de descargas atmosféricas. Es considerado interferencia cuando:

- Cuando una tubería sea paralela a una línea de alta o media tensión siempre que la línea de energía o su proyección horizontal se encuentre a una distancia menor o igual a 50 m.
- Cuando exista uno o más cruces con líneas de alta o media tensión con ángulos menores o iguales a 45°.
- Cuando la separación del sistema de tierras de las líneas de transporte de corriente eléctrica de 230 KV y menores 400 KV sea igual o menor 10 y 15 m, respectivamente.
- Para estos casos se deberá realizar un estudio y/o simulación que contemple los siguientes puntos:
- Estimación de los valores de potencial tubo-suelo de tensión de corriente alterna inducida en las tuberías para condiciones de funcionamiento normal y en falla de la línea de energía.
- Definición de los puntos más afectados (donde se espera que el potencial sea mayor).
- Implementación de medidas para mitigar los efectos de las tensiones inducidas en condiciones normales o de falla, y por descargas atmosféricas. Estas medidas, en ningún caso deberán contemplar la conexión de la tubería con sistemas de puesta a tierra de las torres de líneas de energía, o puesta a tierra de subestaciones transformadoras.

Para estos estudios se tomará como referencia las Recomendaciones Prácticas de la NACE Standard RP0177-95 o la que la sustituya. Asimismo, estos estudios se realizarán en colaboración con las entidades involucradas para resolver problemas comunes de interferencia.

Cualquier componente del sistema de protección catódica por corriente impresa del gasoducto de acero, estará a una distancia mínima de 100 m de cualquier componente enterrado de la estructura de la línea de transmisión y fuera de la franja de seguridad o desarrollo.

Finalmente, se deberá verificar la existencia de corrientes parásitas e interrupciones hacia el suelo, para mitigarlas.

Para mayor referencia sobre los requisitos para cruces o paralelismos con líneas eléctricas, se seguirá lo establecido en la norma NRF-015-CFE-2002 “Requerimientos para la construcción de ductos metálicos, en paralelo y en cruces de transmisión de 115kV o mayores” o la que la sustituya, de la Comisión Federal de Electricidad.

Se deberá considerar la interferencia por corriente directa o rectificada de cualquier otra infraestructura ajena al gasoducto, lo cual debe considerar interferencias de carácter catódico o anódico.

En cualquier tipo de interferencia se deberá determinar su origen, dirección, magnitud y forma de mitigación de las posibles afectaciones, así como el monitoreo de su eficacia.

Juntas Aislantes

Las juntas aislantes podrán ser tipo monolítica o junta bridada con kit dieléctrico. Se instalarán juntas aislantes de diámetro y serie correspondientes en todas las tuberías de acuerdo a lo estipulado en las NOM-003-ASEA según aplique.

Cuando se coloquen juntas aislantes, su instalación será verificada luego de la aplicación del sistema de protección catódica y antes de la habilitación del gasoducto con gas natural. También se deberá considerar como un punto de verificación de fugas.

Cuando se requiera proteger las juntas aislantes, se deberán utilizar protectores con las siguientes características:

- Tipo: descarga gaseosa
- Valor mínimo de tensión de descarga: 230 V
- Máxima valor de tensión de disparo con frente de onda 1 KV/ μ s : < 1000 V
- Tensión de arco (en estado de conducción): < 20 V
- Resistencia de aislación (estado inactivo): > 1010 ohm
- Capacitancia: < 10 pF
- Corriente de Impulso (8/20 μ s): 100 KA
- Vida útil: > 10.000 descargas
- Cable para conexión incorporado de sección mínima de 16 mm².
- Cápsula apta para ambientes con peligro de explosión e intemperie.

Los protectores de sobretensión se conectarán a la tubería por medio de conductores de sección mínima de 16 mm² y con una longitud lo menor posible.

Estaciones de registro eléctrico para la medición de potenciales

Cuando el Ducto esté instalado a campo traviesa, se instalarán estaciones de registro eléctrico en cada kilómetro sobre la franja de seguridad y en todos los cruzamientos con estructuras metálicas enterradas, carreteras, vías de ferrocarril y ríos, donde no existan impedimentos físicos y con al menos una estación antes y después de cada estación de compresión y de cada estación regulación de presión.

Cuando las estaciones de registro eléctrico de protección catódica no se puedan colocar de acuerdo a lo establecido en el párrafo anterior, debido a impedimentos físicos o geográficos, la estación de registro correspondiente se instalará en el sitio accesible más cercano.

Cuando el Ducto esté instalado en zonas urbanas, las estaciones de registro eléctrico se pueden instalar en banquetas, registros de válvulas o acometidas cada 500 metros y deberán estar accesibles la mayor parte del año, no deberán obstruir el paso de peatones o vehículos y deberá estar orientado el frente de los mismos hacia el gasoducto.

Las estaciones deberán contar con puntas de prueba, a efecto de que faciliten la medición de la corriente eléctrica del sistema de protección catódica en cada uno de los puntos donde se aplique el sistema de protección seleccionado, previendo las conexiones para la medición de la corriente eléctrica drenada por cada ánodo y la total de la cama anódica. Las mediciones se realizarán como mínimo una vez al año

El tipo de poste podrá ser:

- De 1 punto: para un punto simple de monitoreo o instalación de un ánodo de sacrificio.
- De 2 puntos: cuando se requiera el monitoreo de dos elementos (línea y camisa).
- De 3 puntos: cuando se requiera el monitoreo de tres elementos.
- De 4 puntos: cuando se requiera el monitoreo de dos puntos (línea y camisa).
- De inyección de corriente: cuando se requiera hacer un puente a ambos lados de una junta aislante.

En todos los casos que se especifique particularmente como posible situación de interferencia del gasoducto o ramal a un cruce con otra estructura metálica enterrada, con o sin protección, se deberán instalar uno o más PMP de 4 puntos en lugares adecuados, con el objeto de estudiar y mitigar las interferencias.

Se deberá considerar la instalación de testigos de corrosión de tal manera que se pueda monitorear de la forma más cercana al gasoducto en diferencia de potencial en instantáneo apagado.

Cruzamientos

El proyecto contará en toda su trayectoria con diferentes cruzamientos, georreferenciadas con coordenadas UTM, tomadas del plano MEX-ZTNT-CRU-GEN-002 y que a continuación se indican:



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Tabla 1.15. Coordenadas de la ubicación de los cruzamientos de seccionamiento por sector

SECTOR 1		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S1		
V2S1		
V3S1		
V4S1		
V5S1		
V6S1		
V7S1		
V8S1		
V9S1		
V10S1		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S2		
V2S2		
V3S2		
V4S2		
V5S2		
V6S2		

SECTOR 3		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S3		
V2S3		
V3S3		
V4S3		
V5S3		
V6S3		
V7S3		
V8S3		
V9S3		
V10S3		
V11S3		
V12S3		
V24S3		
V25S3		
V13S3		
V14S3		
V15S3		
V16S3		
V17S3		
V18S3		
V19S3		
V20S3		
V21S3		
V22S3		
V23S3		

SECTOR 4		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S4		
V2S4		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S5		
V2S5		
V3S5		
V4S5		
V5S5		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S6	4	
V2S6	4	
V3S6	4	
V4S6	4	
V5S6	4	



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)

PROYECTO:

“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

SECTOR 7		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S7		
V2S7		
V3S7		
V4S7		
V5S7		
V6S7		
V7S7		
V8S7		
V9S7		
V10S7		
V11S7		
V12S7		
V13S7		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S8		
V2S8		
V3S8		
V4S8		

SECTOR 9		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S9		
V2S9		
V3S9		
V4S9		
V5S9		
V6S9		
V7S9		
V8S9		
V9S9		
V10S9		
V11S9		
V12S9		
V13S9		
V14S9		
V15S9		
V16S9		
V17S9		
V18S9		
V19S9		
V20S9		
V21S9		

SECTOR 10		
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1S10		
V2S10		
V3S10		
V4S10		
V5S10		
V6S10		
	AB	AC
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1AT1		
V1AT2		
	ABA	IGC
VÁLVULA	COORDENADA X	COORDENADA Y
V2AZ1		
V2AZ2		
V2AZ3		
V2AZ4		

En el **Anexo A** se incluye la información principal del Proyecto: Planos del Proyecto; DTI, DFP, Memoria descriptiva, Reporte del software GasWorks 10.0, etc.

2. DESCRIPCIÓN DE PROCESO

El Proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una red de distribución de gas natural (GN) de sistemas independientes de baja presión ubicado en los municipios de Nextlalpan, Tecámac, Zumpango y Tonanitla en el Estado de México. Estos sistemas se situarán en la zona geográfica de distribución “Valle Cuautitlán – Texcoco – Hidalgo”.

El proyecto incluye el suministro de GN a alta presión (21 bar), la regulación (a 4 bar) y medición del GN y su distribución en 5 áreas (integradas por 10 sectores). Es importante mencionar que se contempla la instalación y operación de cuatro estaciones de regulación y medición (ERM, llamadas también estaciones distritales), las cuales distribuyen el GN a baja presión a 9 sectores, mientras que hay un sector que recibe suministro de un ducto de baja presión.

El objetivo de esta red es distribuir el servicio de gas natural para las viviendas de la zona comprendida en el proyecto “**Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango**”; que se ubican en los municipios ya mencionados. La zona de afluencia del proyecto se delimitará en 10 sectores distribuidos por municipio de la siguiente manera:

Tabla 2.1. Sectores distribuidos por municipio

Id	Sector	Municipio	Zona de distribución (ERM / área)
1	Santa Inés	Nextlalpan, Tonanitla	ERM Sector 01
2	Jardines de Bugambilias	Zumpango	ERM Sector 02
3	Jardines	Zumpango	ERM Sector 03
4	Paseos de San Juan	Zumpango	
5	Santa Fé	Zumpango	
6	Jardines de Girasoles	Zumpango	
7	Villas de La Laguna	Zumpango	
8	Urbano Santa María	Zumpango	
9	Ojo de Agua 1	Tecámac	ERM Sector 09
10	Ojo de Agua 2	Tecámac	Sector 10

El sistema cuenta con un ducto de distribución principal de AC de 8” el cual distribuye el gas a los sectores 02 y 03, este ducto se interconectará del ducto existente de AC 14” (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003).

El ducto principal de AC 8” alimenta a la ERM-ZTNT-S3 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003), la cual regula la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 250 mm que distribuye el servicio a los sectores 03, 04, 05, 06, 07 y 08 (ver plano general MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Del ducto de distribución de AC 8” se instalará una derivación de AC en 2” para alimentar a la ERM-



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

ZTNT-S2 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003), la cual regula la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 125 mm que distribuye el servicio al sector 02.

El sector 01 partirá del City Gate “VILLA DE LAS FLORES No. 1268” ubicada entre las avenidas Av. 15 de septiembre y Av. Canal de Desagüe en el Municipio de Nextlalpan, en el cual se instalará la ERM-ZTNT-S1 (la alimentación se recibe por una derivación de AC de 2” del ducto existente de 14” de AC), cuya finalidad es regular la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 125 mm.

Para la distribución del servicio en el sector 09, se instalará un ducto de abasto de AC de 6” de diámetro, el cual se interconectará a un ducto existente de AC 6”, el ducto de abasto alimentará a la ERM-ZTNT-S9, cuya finalidad es regular la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 200 mm que distribuye el servicio en el sector 9 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Para distribuir el servicio en el sector 10, se interconectará un ducto de PEAD-125 mm, a un ducto de proyecto de PEAD-125 mm (ver plano MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Los ductos existentes o de proyecto (Sectores 9 y 10), que se mencionan en las interconexiones del sistema, ya cuentan con permiso.

En el **Anexo A** se incluye la información principal del Proyecto: Planos del Proyecto; DTI, DFP, Memoria descriptiva, Reporte del software GasWorks 10.0, etc.

2.1. CONSUMO Y PROPIEDAD DEL FLUIDO

El fluido es Gas Natural (GN) y a continuación, se presenta la capacidad y la composición del gas que ha servido como base para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 2.2. Consumos estimados

ERM por Sector	Cantidad	Unidad de medida
ERM Sector 02	409.6	m ³ /h
ERM Sector 03	8,870.9	m ³ /h
ERM Sector 01	1,650.3	m ³ /h
ERM Sector 09	3,513.0	m ³ /h
Consumo sector 10	421.4	m ³ /h
Total	14,865.2	m³/h

Tabla 2.3. Composición proporcional (%) molar del gas natural.

Componente	Unidades	Valor
Metano	% mol	89.00
Etano	% mol	11.00

2.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las condiciones de operación del Proyecto, se ilustra a través del Diagrama del Flujo de Proceso (DFP) que se presentan en la siguiente figura.

Las siguientes notas y simbologías son complementarias al DFP de la Figura 2.1

Figura 2.1. Notas y simbología del DFP

CONDICIONES MÁXIMAS										NOTA 4	
PROPIEDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
FASE	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS		
PRESIÓN (BAR)	21	21	4	21	4	21	4	21	4		
TEMPERATURA (°C)	21	21	15	21	15	21	15	21	15		
FLUJO VOLUMENICO (M ³ /HR)	12,794	8,871	8,871	410	410	1,850	1,850	3,513	3,513		
PESO MOLECULAR	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2		
FLUIDO	GAS NATURAL	GAS NATURAL	GAS NATURAL	GAS NATURAL	GAS NATURAL	GAS NATURAL	GAS NATURAL	GAS NATURAL	GAS NATURAL		

NOTAS

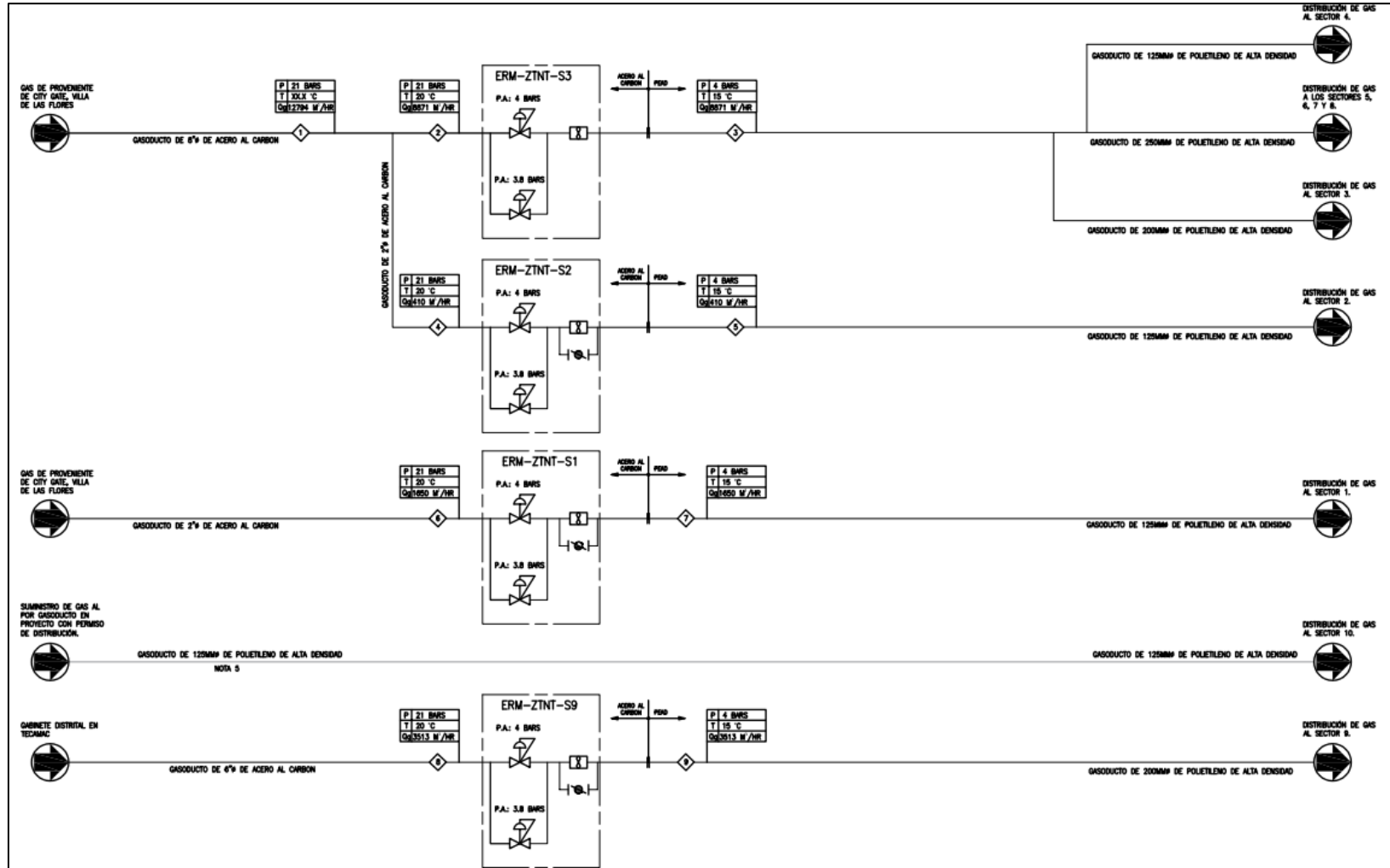
1. PARA EL COMPORTAMIENTO GENERAL DE TODA LA DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LOS DIFERENTES SECTORES VER EL DOCUMENTO "MEX-ZTNT-GW-001 (REPORTE DE NODOS Y TUBERÍAS)".
2. EL FLUIDO A TRANSPORTAR SE TRATA DE GAS NATURAL, PARA USO RESIDENCIAL Y/O COMERCIAL.
3. LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS MOSTRADAS EN ESTA TABLA HACEN REFERENCIA A LAS PROPIEDADES GENERALES DEL GAS NATURAL. EN CASO DE REQUERIR LAS PROPIEDADES PARTICULARES DEL GAS MANEJADO EN EL PROYECTO, SE DEBERÁ REALIZAR LA CROMATOGRAFÍA CORRESPONDIENTE.
4. LOS DATOS DE PRESIÓN Y FLUJO MOSTRADOS EN ESTA TABLA, ESTÁN DE ACUERDO A LOS RESULTADOS INDICADOS EN EL DOCUMENTO "MEX-ZTNT-GW-001 (REPORTE DE NODOS Y TUBERÍAS)" Y "MEX-ZTNT-MTD-001" (MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA).
5. EL CONSUMO ESTIMADO PARA EL SECTOR 10 ES DE 421.4 M³/HR

ERM-ZTNT-S1 ESTACION DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN EN SANTA INES. MEDIDOR DE FLUJO TIPO TURBINA G400. FLUIDO: GAS REGULACIÓN: 21 BARS A 4 BARS	ERM-ZTNT-S2 ESTACION DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN EN JARDINES DE BUGAMBILIAS. MEDIDOR DE FLUJO TIPO TURBINA G400. FLUIDO: GAS REGULACIÓN: 21 BARS A 4 BARS	ERM-ZTNT-S3 ESTACION DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN EN JARDINES. MEDIDOR DE FLUJO TIPO TURBINA G1600. FLUIDO: GAS REGULACIÓN: 21 BARS A 4 BARS	ERM-ZTNT-S9 ESTACION DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN EN OJO DE AGUA 1. MEDIDOR DE FLUJO TIPO TURBINA G650. FLUIDO: GAS REGULACIÓN: 21 BARS A 4 BARS
--	---	---	---

En el **Anexo A** se presenta el DFP editado en formato 60 x 90 cm, para una mejor apreciación de los componentes del DFP.

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Figura 2.2. Diagrama de Flujo del Proceso



3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

La descripción del entorno se realizó en un área circundante o búfer de 800 metros en ambos lados del trazo del proyecto, esta delimitación se retoma a partir de la propuesta de 800 metros de la guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos para la red de distribución de gas natural, dado que es el caso que nos ocupa. Por lo tanto, la descripción del entorno analizado en este capítulo está referida únicamente al área del búfer, que en lo sucesivo se le denominará área de estudio.

Este capítulo del ARSH es complementario a la descripción del área de proyecto y del Sistema Ambiental Regional que se describe ampliamente en el Capítulo IV del MIA-R. Por lo que la información que se presenta a continuación se retoma de dicho capítulo; no obstante, para los fines de este documento, se reitera que la descripción se circunscribe al área del búfer de 800 metros.

3.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

La caracterización de los elementos físicos, descripción y análisis del área estudio, se basa en una recopilación de información de fuentes oficiales como Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), entre otros

Para algunos temas se presenta la información disponible hasta el momento, en tanto que para otros se presenta información histórica de por lo menos 50 años, como es el caso de los datos de estaciones climatológicas y de fenómenos climatológicos etc.

A continuación se presenta la descripción de los aspectos abióticos tales como el clima, temperatura, viento, humedad relativa, geología, edafología entre otros aspectos que se dan dentro del área de estudio.

3.1.1. CLIMA

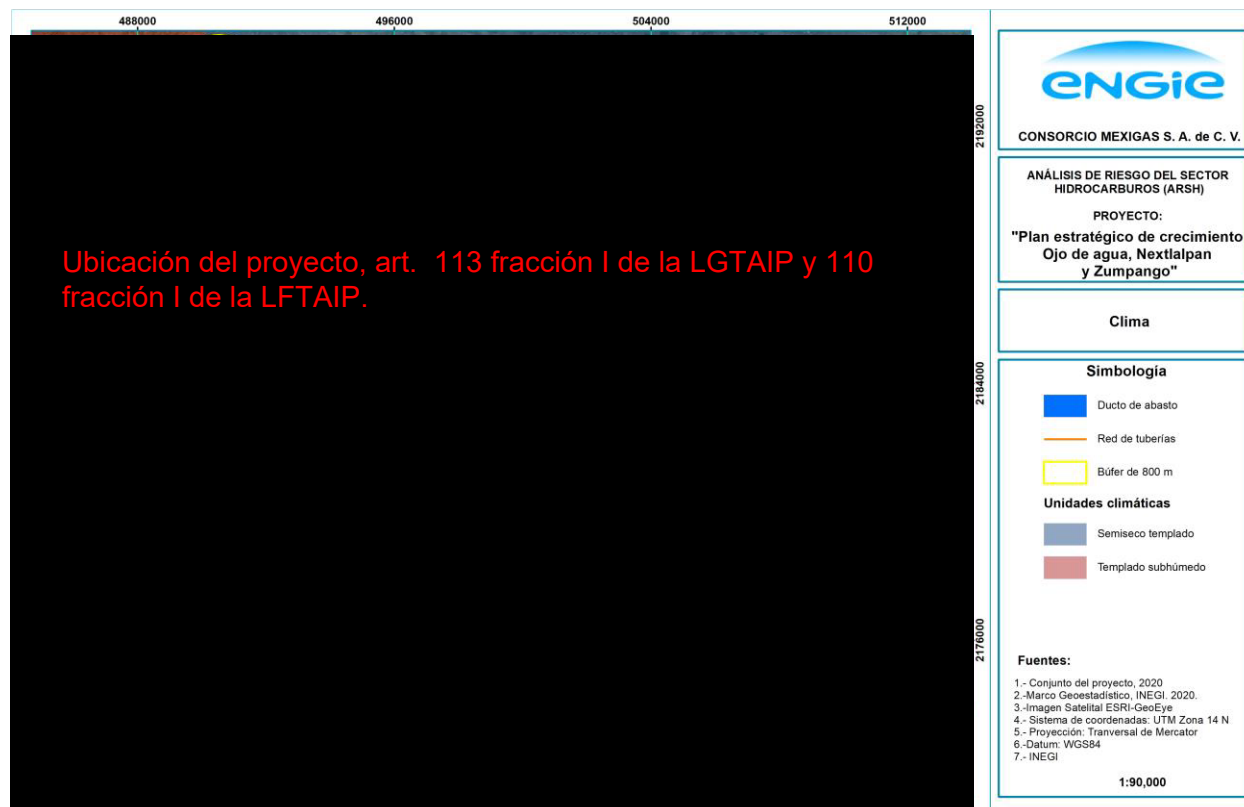
La intersección del área de estudio con la capa vectorial de INEGI de climatología nos indica que dentro del búfer de 800 metros se presenta dos climas: templado subhúmedo C(w)0(w) y semiseco templado BS1kw, predominando este último en 10, 023.1096 hectáreas.

Tabla 3.1. Tipos de clima

Np	Clave	Tipo	Superficie (ha)	Proporción (%)
1	C(w0)(w)	Templado subhúmedo	2,878.718482	22.31
2	BS1kw	Semiseco templado	10,023.10965	77.69
Total			12,901.82814	100.00

Ambos se presentan de norte a sur en el trazo del proyecto tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.1. Tipos de clima



3.1.2. TEMPERATURA AMBIENTE

Para obtener la temperatura se utilizaron los datos de tres estaciones meteorológicas próximas al proyecto: San Mateo Acuitlapilco, Chiconautla y Gran Canal Km 46+930, con información disponible de al menos 50 años.

Como se puede ver, en la siguiente tablas y figura, la temperatura media anual de las tres estaciones se observa un incremento de la temperatura a partir de febrero, siendo el mes de mayo el más alto, con 18.20°C.

Figura 3.2. Temperatura promedio

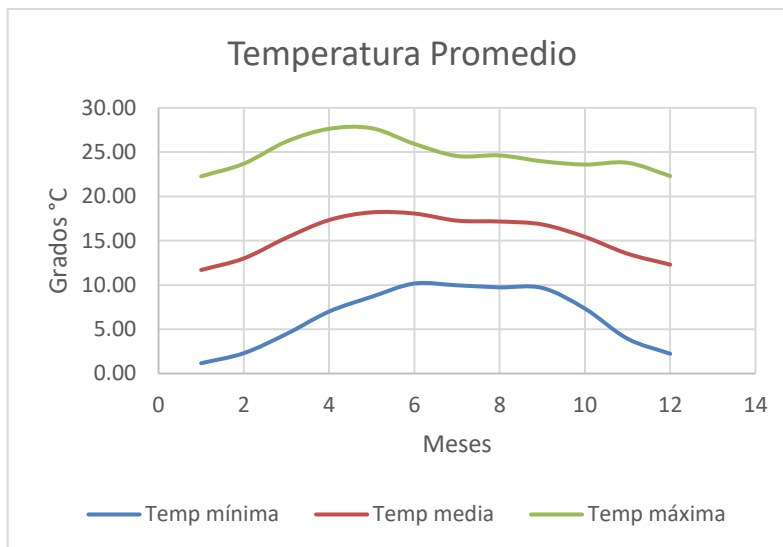


Tabla 3.2 Temperatura promedio

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Anua
T min	1.17	2.30	4.47	7.00	8.67	10.17	9.97	9.73	9.67	7.33	3.93	2.23	6.39
T med	11.70	13.00	15.33	17.33	18.20	18.07	17.27	17.17	16.83	15.43	13.53	12.30	15.51
T max	22.27	23.70	26.20	27.63	27.70	25.93	24.57	24.63	23.97	23.60	23.80	22.30	24.69

Observamos pues que las temperaturas máximas se presentan en la temporada de sequía desde los meses de marzo a junio, con una temperatura máxima anual de 24.69 grados Celsius, mientras que las mínimas coinciden con la temporada invernal desde noviembre a febrero, con una temperatura mínima anual de 6.39 grados Celsius.

3.1.3. VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

El viento se genera por la diferencia de temperaturas en la atmósfera terrestre permitiendo su circulación y convirtiéndose en energía cinética para producir energía. El viento se puede producir en diversas escalas, desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos, hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas; e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geográficas de la Tierra.

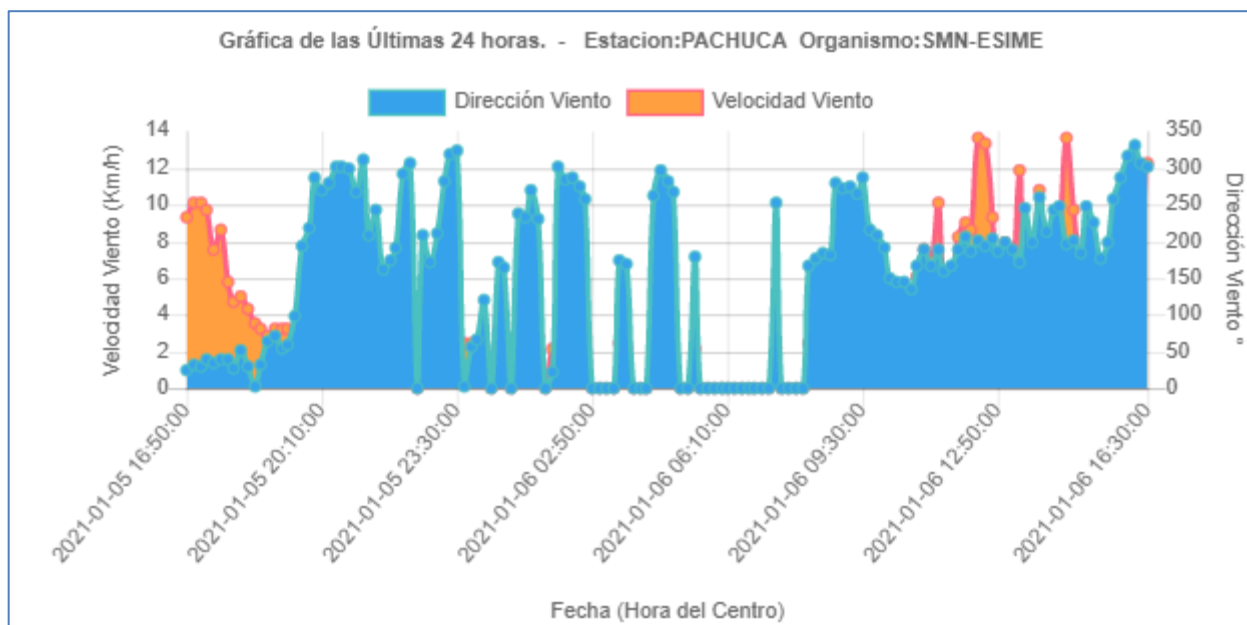
Se define como viento sostenido a un viento promedio de 1 minuto medido a una altura de 10 metros por encima de la superficie, por otro lado, las ráfagas de vientos son el máximo de vientos presentados de 1 a 3 segundos.

Dentro del búfer de 800 metros no se encontró una estación meteorológica con los datos de velocidad y dirección del viento, por lo que se tomó la más próxima a este la Estación Sinóptica Meteorológica – ESIME Pachuca para un período de tres meses. A continuación se presenta el comportamiento del viento en la zona en 24 horas.

La velocidad del viento es el promedio aritmético de las velocidades medidas en un lapso de 10 minutos, su unidad de medición para EMAs es en km/h., para ESIMEs es m/s.

En siguiente figura se observa una velocidad máxima del viento de 13 km/hr, este dato según la escala de Beaufort es de escala 3 “Flojo (Brisa Ligera)” se caracteriza porque el aspecto del mar es con crestas de apariencia vitrea, sin romper y en tierra se caen las hojas de los árboles y se empiezan a mover los molinos.

Figura 3.3. Dirección del viento en 24 horas



Las turbulencias se asocian con frecuentes ráfagas de viento, cambios importantes y repentinos de la velocidad del viento respecto a la media de un período precedente.

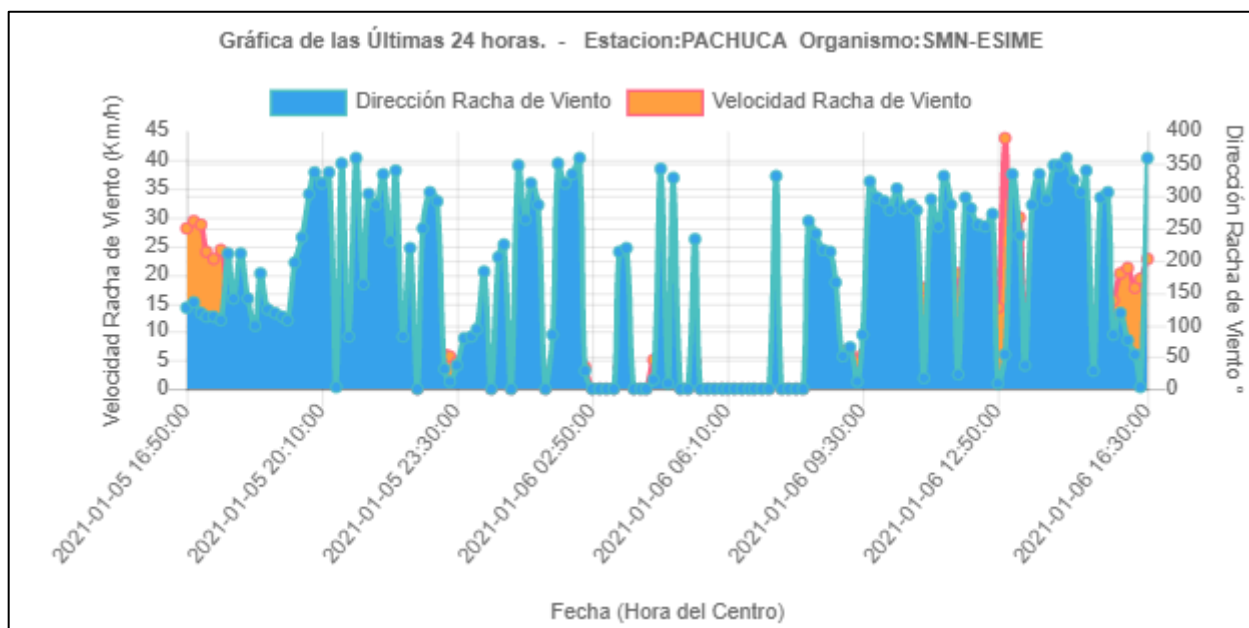
El viento cercano a la superficie terrestre suele ser más turbulento que el de altura, debido a la presencia de obstrucciones como los accidentes topográficos, árboles y edificios. Sin embargo,

cuando las turbulencias se incrementan también es frecuente una disminución de la velocidad media del viento por la fricción provocada por las mismas obstrucciones.

La velocidad de la ráfaga del viento es la máxima velocidad medida en un intervalo de 10 minutos (se toman muestras cada 5 segundos), su unidad de medición para EMAs es en km/h., para ESIMes es m/s.

La magnitud de la ráfaga del viento, va desde 30 hasta llegar a 45 km/hr.

Figura 3.4. Rachas del viento en 24 horas



La dirección del viento es el valor promedio obtenido durante 10 minutos en dirección del al viento. La dirección indica de donde proviene el viento, teniendo como unidad de medición los grados Dextrorsum (giro en sentido de las manecillas del reloj) donde 0° es norte verdadero, 90° al este, 180° al sur y 270° al oeste. En la Figura anterior se observa la distribución de la dirección del viento en el proyecto.

3.1.4. HUMEDAD RELATIVA

Para obtener la humedad relativa se tomó los datos disponibles para tres meses, esto está limitado dado que no hay disponibilidad de datos acumulados y solo se presenta la información puntual de las últimas 24 horas a la consulta, 15 días y hasta de 90 días.

Para ello se graficó la información disponible y la humedad relativa promedio del área es de 57 %,.

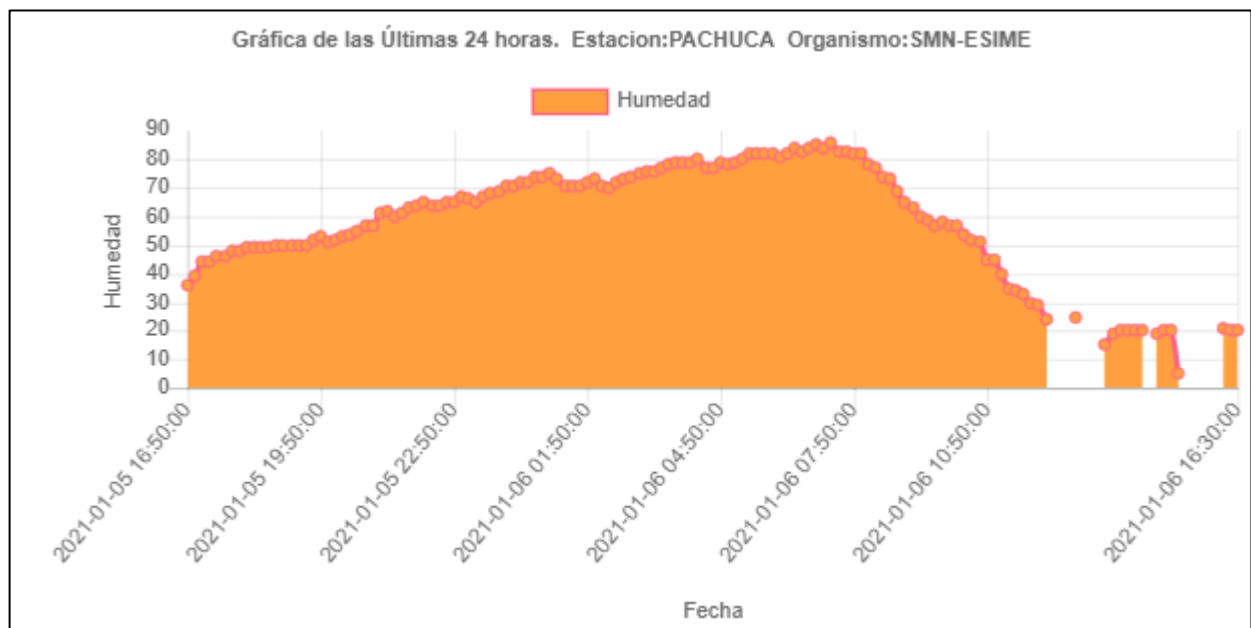
dado a la alta evaporación del agua, y baja humedad en el ambiente.

La humedad relativa es la cantidad máxima de vapor de agua que puede tener el aire a una temperatura dada y es muy sensible a las variaciones de temperatura ya que, si la temperatura del aire aumenta, la humedad relativa disminuye, esta relación es inversamente proporcional.

En un día los valores máximos de humedad relativa se alcanzan hacia la salida del sol, momento en que se registran bajas temperaturas, los valores mínimos de humedad relativa se presentan hacia el mediodía, cuando las temperaturas alcanzan valores máximos.

En la siguiente figura, se muestra una humedad relativa que comienza en 36 % y va incrementando hasta alcanzar su máximo de 84 % antes de la salida del sol.

Figura 3.5. Humedad relativa en 24 horas

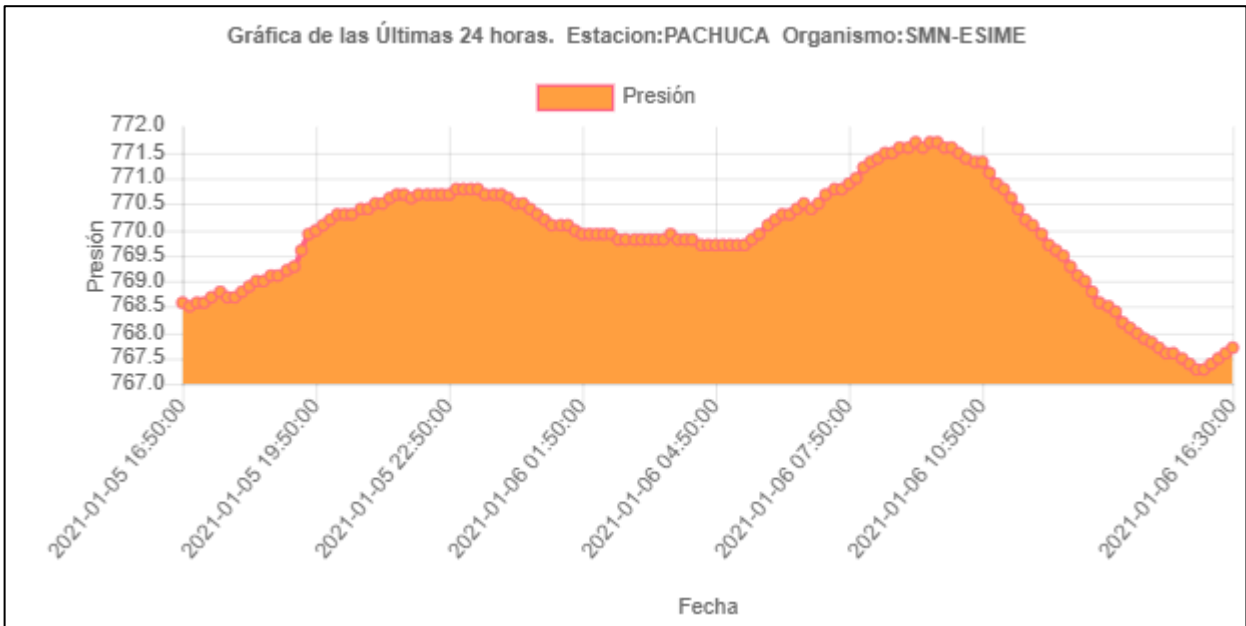


3.1.5. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión atmosférica es el promedio de las mediciones realizadas en un lapso de 10 minutos (se toman muestras cada minuto), su unidad de medición es el hpa (Hectopascal).

La presión atmosférica promedio del área es de 771.4 hpa. A continuación se presenta el comportamiento de este en 24 horas.

Figura 3.6. Presión atmosférica en 24 horas



3.1.6. GEOLOGÍA

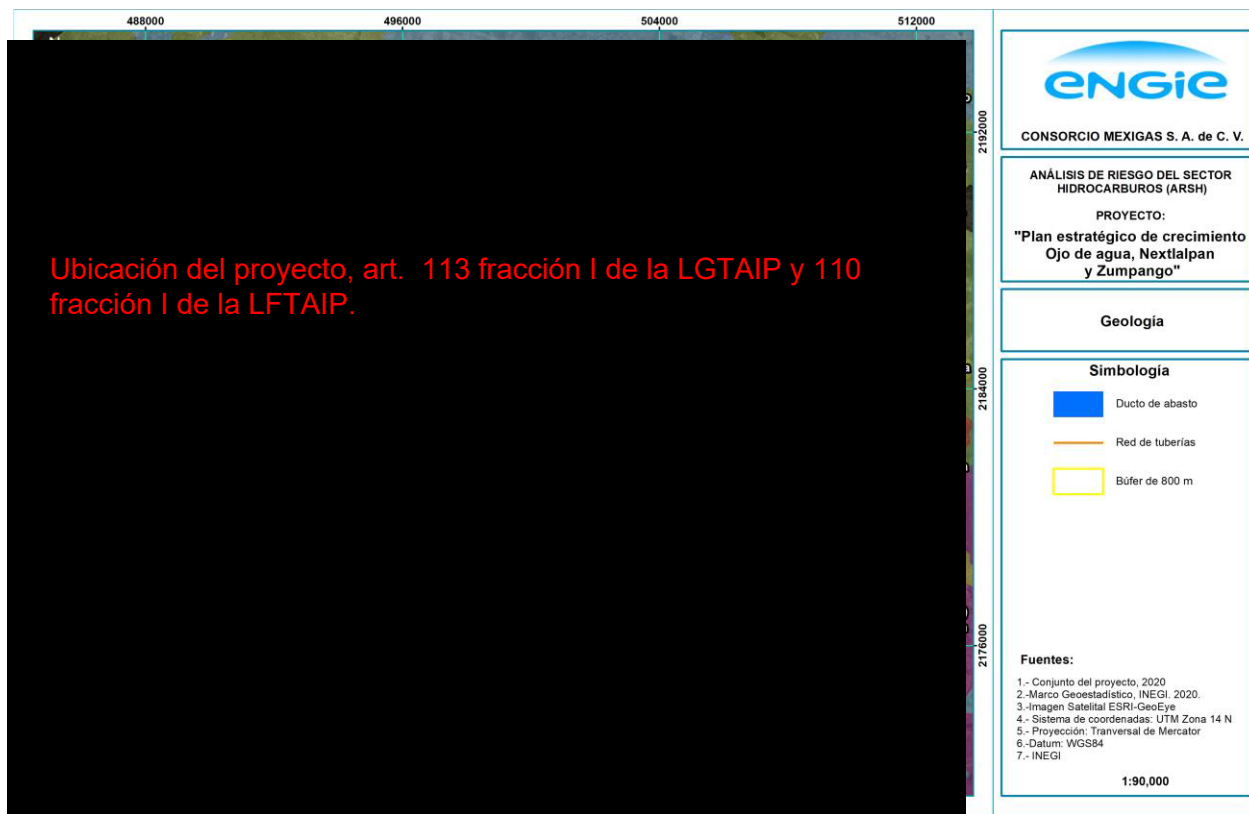
En el área de estudio se presenta 7 tipos de rocas de las cuales domina el aluvial con una incidencia del 58.39 % siendo este el que mayor incide en el proyecto con una superficie de 7,533.9933 hectáreas y el de menor incidencia el basalto con 8.3237 hectáreas, es decir, 0.06 %.

Esta incidencia se muestra a continuación en la siguiente tabla y figura.

Tabla 3.3. Tipos de rocas

Np	Clave	Tipo	Superficie (ha)	Proporción (%)
1	Q(al)	Aluvial	7,533.9933	58.39
2	Q(B)	Basalto	8.3237	0.06
3	Q(Bvb)	Brecha volcánica básica	27.0168	0.21
4	Q(la)	Lacustre	619.6264	4.80
5	Q(Tb)	Toba básica	1,579.9518	12.25
6	Ts(bs)	Brecha sedimentaria	412.5150	3.20
7	Ts(Vc)	Volcanoclástico	2,720.4011	21.09
Total general			12,901.8281	100.00

Figura 3.7. Geología en el área de estudio del proyecto



3.1.7. GEOMORFOLOGÍA

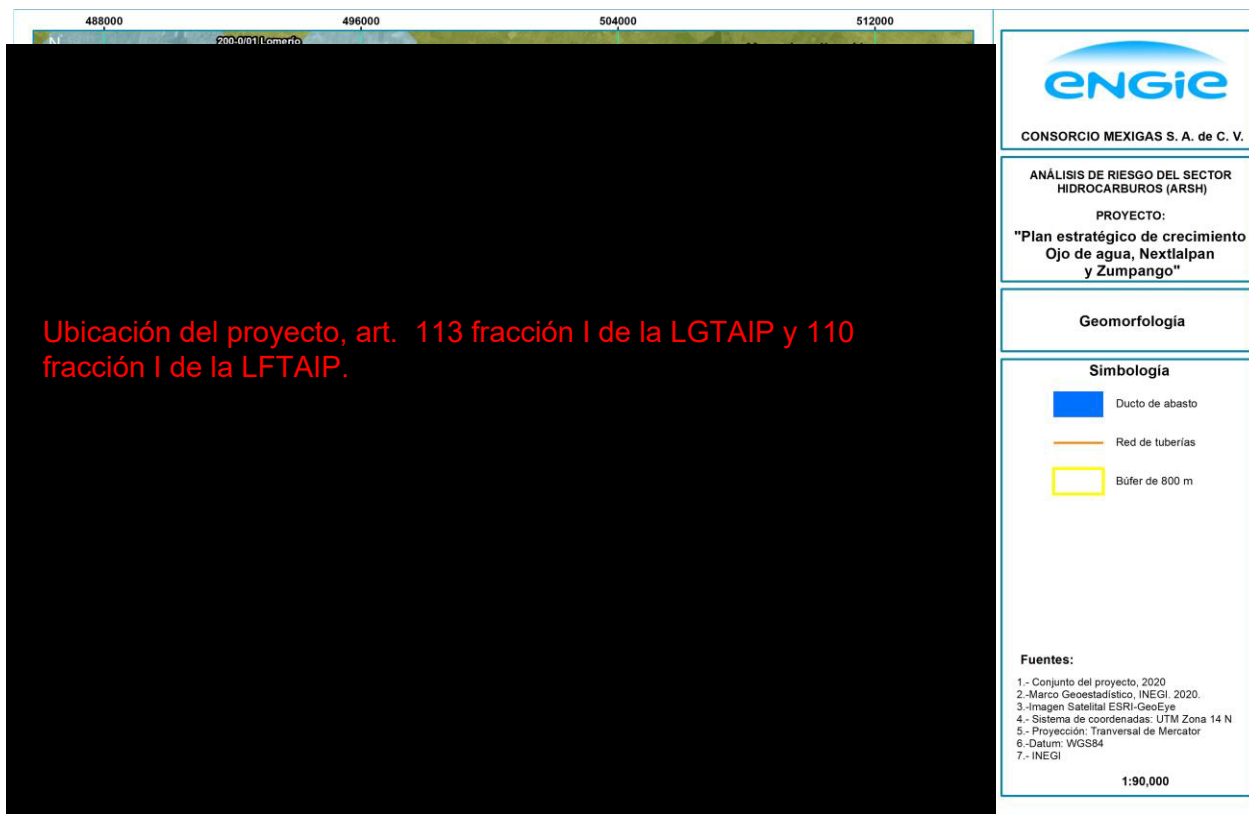
Se presenta una incidencia de 5 tipos de topoformas en el área del búfer, dominando el vaso lacustre de piso rocoso o segmentado seguido por el vaso lacustre con lomerío, asimismo valle de laderas tendidas.

La menor incidencia ocurre en los lomeríos de tobas en una proporción del 0.18%, es decir 23.6672 hectáreas. A continuación se presenta la tabla y figura de la geomorfología del área.

Tabla 3.3. Sistema de topoformas

Np	Clave	Nombre	Descripción	Superficie (ha)	Proporción (%)
1	200-0/01	Lomerío	Lomerío de tobas	23.6672	0.18
2	600-0/02	Valle	Valle de laderas tendidas	3,458.8727	26.81
3	500-2/03	Llanura	Vaso lacustre de piso rocoso o cementado	4,534.7157	35.15
4	502-0/03	Llanura	Vaso lacustre con lomerío	567.7979	4.40
5	500-4/03	Llanura	Vaso lacustre salino	4,316.7746	33.46
Total				12,901.8281	100.00

Figura 3.8. Geomorfología en el área de estudio del proyecto



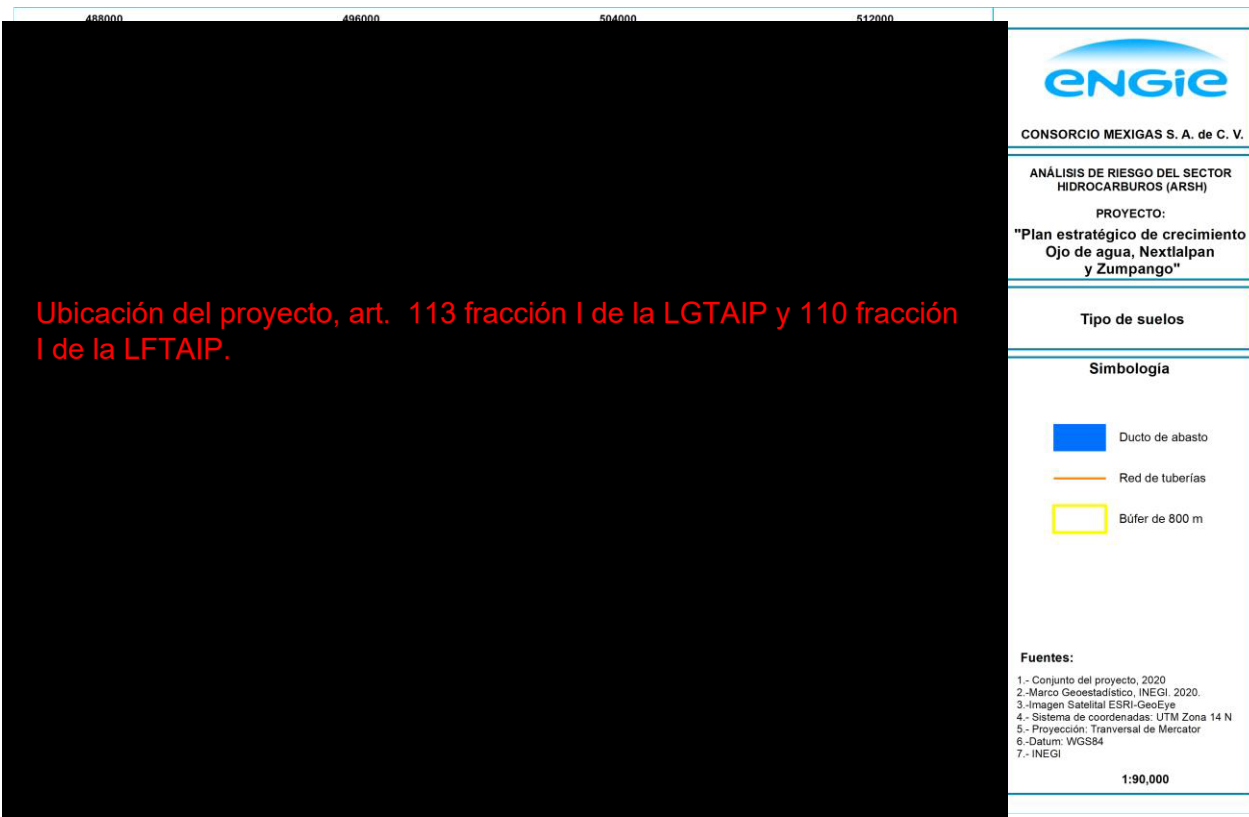
3.1.8. EDAFOLOGÍA

En cuanto a los tipos suelo, se presenta 6 clasificaciones, de las cuales el predominante es el Feozem calcárico y Solonchak gléyico con una incidencia del 34.56 y 43.25 %. Por otra parte los de menor predominancia son el Vertisol pélico y el Feozem háplico con 0.12 y 4.50 %. Así mismo dominan las texturas medias y en menor superficie las texturas finas. de igual manera hay incidencia con suelos sódicos en 5,580.1251 hectáreas, es decir, el 43.25 % del área total.

Tabla 3.4. Tipo de suelos

Np	Clave	Tipo de suelo	Subtipo	Textural	Fase física	Fase química	Superficie (ha)	Proporción (%)
1	Hc+E+Vp/2/D	Feozem	calcárico	Media	Dúrica		798.9837	6.19
2	Hc+Vp/2	Feozem	calcárico	Media			3,659.6581	28.37
3	Vp+Hh/3	Vertisol	pélico	Fina			15.5286	0.12
4	Hh+Re/2/D	Feozem	háplico	Media	Dúrica		2,267.0546	17.57
5	Zg+Zm/3/n	Solonchak	gléyico	Fina		Sódica	5,580.1251	43.25
6	Hh+Vp/3/D	Feozem	háplico	Fina	Dúrica		580.4781	4.50
Total							12,901.8281	100.00

Figura 3.9. Edafología en el área de estudio del proyecto



3.2. ASPECTOS BIÓTICOS

3.2.1. FLORA

La intersección de la capa vectorial de la serie VI del uso del suelo y tipo de vegetación del INEGI nos muestra que el búfer de 800 metros, hay 7 tipos de clasificación, de estoseal pastizal halófilo se presenta en una superficie de 451.9093 hectáreas, es decir sólo el 3.50 % del área total de estudio. Mientras que la condición dominante es la agricultura de riego y temporal, así mismo los asentamientos humanos y en menor superficie el pastizal cultivado, tal y como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 3.5. Tipos de vegetación del área de estudio

Uso del suelo	Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Proporción (%)
Urbano construido	Ah	Urbano construido (Sin vegetación)	4,542.9904	35.21
Subtotal			4,542.9904	35.21
Forestal	Ph	Pastizal halófilo	451.9093	3.50
Subtotal			451.9093	3.50
Pecuario	Pi	Pastizal inducido	127.8734	0.99
Subtotal			127.8734	0.99
Agrícola	Ras	Agricultura de riego anual y semipermanente	4,164.4311	32.28
	Ta	Agricultura de temporal anual	2,556.7177	19.82
	Tap	Agricultura de temporal anual y permanente	1,057.9062	8.20
Subtotal			7,779.0551	60.29
Total general			12,901.8281	100.00

Se resalta que en el área donde se pretende ubicar el Proyecto se encuentra dentro del Asentamiento Humano o urbano construido; la vegetación que se encuentra en esa área presenta un alto nivel de alteración. Las especies que se logran observar son o fueron introducidas con fines de dasonomía urbana; cabe mencionar que dentro de este asentamiento humano, también hay presencia de predios de tipo Agrícola, llegándose a la conclusión que son áreas perturbadas por actividad antropogénica y por asentamientos humanos. Sin embargo, a nivel SAR se reportan varias especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010, las cuales no se verían en riesgo por la actividad del proyecto; cabe mencionar que área bufer del análisis de riesgo está anidado en el SAR.

A continuación se hace una descripción de los tipos de vegetación encontrados en el área del búfer o área de estudio, con la aclaración que la vegetación que se describirá en este apartado corresponde a los 800 metros del área de estudio.

a) Pastizal Halófilo

Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución comprende todo el Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Valle de México, Puebla y Tlaxcala, así como de algunas porciones de planicies costeras de la parte norte del país.

Conforme a los recorridos de campo para la descripción de los usos del suelo descrito en la MIA-R, este tipo de vegetación no está presente en el área del proyecto, por lo que no habrá afectación

forestal alguna.

b) Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

c) Agricultura

Así mismo, en el área bajo estudio se distribuyen zonas de uso agrícola que, de acuerdo con el suministro de agua a los cultivos, estos son de tres tipos:

- Temporal: Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.
- Riego: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- Semipermanentes: Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- Permanentes: La duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y la mayoría de los frutales.

3.2.1. FAUNA

El Estado de México ocupa el puesto 20 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre. El inventario de fauna silvestre de la entidad a abril de 2015 era de 2.181 especies: 1.538 especies de invertebrados y 643 especies de vertebrados (126 especies de mamíferos, 407 de aves, 32 de anfibios, 65 reptiles y 13 de peces).

En esta entidad está representada casi el 37% de la avifauna que habita en México; el 23% de las especies de mamíferos y el 8% de los anfibios presentes en el territorio nacional.

De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 24 mamíferos, 25 anfibios, 41 reptiles y 54 aves.

Dentro de las especies de mamíferos presentes en el estado están: ardilla voladora, murciélago, ratón de los volcanes, tlacuache, conejo, pecarí de collar, tuza, venado cola blanca, jaguar, puma, ocelote, tigrillo, nutria, conejo de los volcanes, rata algodонера, rata canguro, liebre y ratón de Jilotepec, entre otros. Los roedores y los murciélagos representan el 72% de las especies registradas para el estado.

Dentro de las especies de aves presentes en la entidad se encuentran: pato, cerceta, chachalaca, guajolote, codorniz, colimbo, zambullidor, achichilique, pelícano, cormorán, anhinga, fragata, avetoro, garza, pedrete, ibis, espátula, zopilote, flamenco, águila, gavilán, caracará, halcón, polluela, rascón, grulla, chorlo, candelero, jacana, zarapito, gaviota, paloma, tórtola, perico, loro, cuculicho, correcaminos, lechuza, búho, tecolote, chotacabras, tapacamino, vencejo, colibrí, trogón, momoto, Martín pescador y carpintero, entre muchas más.

Dentro de las especies de anfibios y reptiles en la entidad se encuentran: ajolote de Zempoala, sapo de la meseta, salamandra pie plano, rana ladadora, rana fisgona, rana leopardo de Moctezuma, tlaconete dorado, sapo de espuela, rana de árbol, huico moteado, lagarto alicante, boa constrictor, culebra dos líneas, víbora cascabel, eslizón chato, culebra perico gargantilla, serpiente ciega tropical, lagartija espinosa, culebra encapuchada y lagartija de árbol, entre otras.

para obtener información faunística del área de estudio se consultó Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) de la CONABIO. El SNIB es de importancia estratégica en un país de megadiversidad como México, dejando claro para la CONABIO desde el principio que el SNIB debía apoyarse en el trabajo de la multiplicidad de instituciones y expertos nacionales y extranjeros que por años se han dedicado al estudio de la biodiversidad de México. La creación de este sistema se expresó como un mandato para la CONABIO, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la

Protección Ambiental (LGEEPA Art. 80 fracción V).

De aquí se desprende la información referida en este apartado, para el área de estudio. A continuación se presenta las listas de la fauna potencial a encontrar en la zona. El resultado es pues una lista de 187 especies potenciales de aves, 32 especies de mamíferos, 25 especies de reptiles y 15 anfibios.

Tabla 3.6. Aves potenciales para encontrar en el área de estudio

Np	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT- 2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
1	<i>Accipiter cooperii</i>	(pr)	Apéndice ii	(lc)	-	-
2	<i>Accipiter striatus</i>	(pr)	Apéndice ii	(lc)	-	-
3	<i>Actitis macularius</i>	-	-	(lc)	-	-
4	<i>Aechmophorus clarkii</i>	-	-	(lc)	-	-
5	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	-	-	(lc)	-	-
6	<i>Agelaius phoeniceus</i>	-	-	(lc)	-	-
7	<i>Agelaius phoeniceus gubernator</i>	-	-	(lc)	-	-
8	<i>Aimophila ruficeps</i>	-	-	(lc)	-	-
9	<i>Amazilia beryllina</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
10	<i>Amazilia violiceps</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
11	<i>Ammodramus savannarum</i>	-	-	(lc)	-	-
12	<i>Anas acuta</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
13	<i>Anas crecca</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
14	<i>Anas crecca carolinensis</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
15	<i>Anas platyrhynchos</i>	-	-	(lc)	-	-
16	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	(a)	-	(lc)	Dof 2014	-
17	<i>Anthus rubescens</i>	-	-	(lc)	-	-
18	<i>Anthus rubescens rubescens</i>	-	-	(lc)	-	-
19	<i>Archilochus colubris</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
20	<i>Ardea alba</i>	-	-	(lc)	-	-
21	<i>Ardea alba egretta</i>	-	-	(lc)	-	-
22	<i>Ardea herodias</i>	-	-	(lc)	-	-
23	<i>Athene cunicularia</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
24	<i>Atthis heloisa</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-

Np	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT- 2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
25	<i>Aythya affinis</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
26	<i>Aythya americana</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
27	<i>Aythya collaris</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
28	<i>Bartramia longicauda</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
29	<i>Basileuterus rufifrons</i>	-	-	(lc)	-	-
30	<i>Bubulcus ibis</i>	-	-	(lc)	-	Exótica - invasora
31	<i>Buteo jamaicensis</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
32	<i>Butorides virescens</i>	-	-	-	-	-
33	<i>Calidris bairdii</i>	-	-	(lc)	-	-
34	<i>Calidris mauri</i>	(a)	-	(lc)	-	-
35	<i>Calidris melanotos</i>	-	-	(lc)	-	-
36	<i>Calidris minutilla</i>	-	-	(lc)	-	-
37	<i>Calothorax lucifer</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
38	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	-	-	(lc)	-	-
39	<i>Campylorhynchus gularis</i>	-	-	(lc)	-	-
40	<i>Caracara cheriway</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
41	<i>Cardellina pusilla</i>	-	-	(lc)	-	-
42	<i>Cathartes aura</i>	-	-	(lc)	-	-
43	<i>Chaetura vauxi</i>	-	-	(lc)	-	-
44	<i>Charadrius vociferus</i>	-	-	(lc)	-	-
45	<i>Charadrius vociferus vociferus</i>	-	-	(lc)	-	-
46	<i>Chondestes grammacus</i>	-	-	(lc)	-	-
47	<i>Chondestes grammacus strigatus</i>	-	-	(lc)	-	-
48	<i>Circus hudsonius</i>	-	Apéndice ii (publicado en cites 2019 como circus cyaneus)	(lc)	-	-
49	<i>Cistothorus palustris</i>	-	-	(lc)	-	-
50	<i>Cistothorus palustris laingi</i>	-	-	(lc)	-	-
51	<i>Cistothorus platensis</i>	-	-	(lc)	-	-
52	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	-	-	(lc)	-	-

Np	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT- 2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
53	<i>Colaptes auratus</i>	-	-	(lc)	-	-
54	<i>Columba livia</i>	-	-	(lc)	-	Exótica - invasora
55	<i>Columbina inca</i>	-	-	(lc)	-	-
56	<i>Contopus sordidulus</i>	-	-	(lc)	-	-
57	<i>Corvus corax</i>	-	-	(lc)	-	-
58	<i>Cynanthus latirostris</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
59	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	Apéndice iii	(lc)	Dof 2014	-
60	<i>Dendrocygna bicolor</i>	-	Apéndice iii	(lc)	Dof 2014	-
61	<i>Egretta caerulea</i>	-	-	(lc)	-	-
62	<i>Egretta thula</i>	-	-	(lc)	-	-
63	<i>Egretta tricolor</i>	-	-	(lc)	-	-
64	<i>Elanus leucurus</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
65	<i>Empidonax albigularis</i>	-	-	(lc)	-	-
66	<i>Empidonax albigularis albigularis</i>	-	-	(lc)	-	-
67	<i>Empidonax fulvifrons fulvifrons</i>	-	-	(lc)	-	-
68	<i>Eremophila alpestris</i>	-	-	(lc)	-	-
69	<i>Eremophila alpestris diaphora</i>	-	-	(lc)	-	-
70	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	-	-	(lc)	-	-
71	<i>Falco columbarius</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
72	<i>Falco peregrinus</i>	(pr)	Apéndice i	(lc)	-	-
73	<i>Falco sparverius</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
74	<i>Fulica americana</i>	-	-	(lc)	-	-
75	<i>Gallinula galeata</i>	-	-	(lc)	-	-
76	<i>Gelochelidon nilotica</i>	-	-	(lc)	-	-
77	<i>Geothlypis speciosa</i>	(p)	-	(en)	Dof 2014	-
78	<i>Geothlypis trichas</i>	-	-	(lc)	-	-
79	<i>Haemorhous mexicanus</i>	-	-	(lc)	-	-
80	<i>Himantopus mexicanus</i>	-	-	-	-	-
81	<i>Hirundo rustica</i>	-	-	(lc)	-	-
82	<i>Hirundo rustica erythrogaster</i>	-	-	(lc)	-	-
83	<i>Hydroprogne caspia</i>	-	-	(lc)	-	-

Np	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT- 2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
84	<i>Icterus abeillei</i>	-	-	(lc)	-	-
85	<i>Icterus galbula</i>	-	-	(lc)	-	-
86	<i>Icterus spurius</i>	-	-	(lc)	-	-
87	<i>Icterus spurius phillipsi</i>	-	-	(lc)	-	-
88	<i>Icterus spurius spurius</i>	-	-	(lc)	-	-
89	<i>Ixobrychus exilis</i>	(pr)	-	(lc)	-	-
90	<i>Lampornis clemenciae</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
91	<i>Lanius ludovicianus</i>	-	-	(nt)	-	-
92	<i>Lanius ludovicianus ludovicianus</i>	-	-	(nt)	-	-
93	<i>Lanius ludovicianus mexicanus</i>	-	-	(nt)	-	-
94	<i>Larus delawarensis</i>	-	-	(lc)	-	-
95	<i>Leiothlypis celata</i>	-	-	(lc)	-	-
96	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	-	-	(lc)	-	-
97	<i>Leucophaeus atricilla</i>	-	-	*	-	-
98	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	-	-	**	-	-
99	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	-	-	(lc)	-	-
100	<i>Lophodytes cucullatus</i>	-	-	(lc)	Dof 201 4	-
101	<i>Loxia curvirostra</i>	-	-	(lc)	-	-
102	<i>Mareca americana</i>	-	-	(lc)	Dof 201 4	-
103	<i>Mareca strepera</i>	-	-	(lc)	Dof 201 4	-
104	<i>Megaceryle alcyon</i>	-	-	(lc)	-	-
105	<i>Melanerpes aurifrons</i>	-	-	(lc)	-	-
106	<i>Melospiza georgiana</i>	-	-	(lc)	-	-
107	<i>Melospiza lincolni</i>	-	-	(lc)	-	-
108	<i>Melospiza melodia</i>	-	-	(lc)	-	-
109	<i>Melospiza fusca</i>	-	-	(lc)	-	-
110	<i>Mimus polyglottos</i>	-	-	(lc)	-	-
111	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	-	-	(lc)	-	-
112	<i>Molothrus aeneus</i>	-	-	(lc)	-	-
113	<i>Molothrus ater</i>	-	-	(lc)	-	-
114	<i>Molothrus ater ater</i>	-	-	(lc)	-	-
115	<i>Myiarchus cinerascens</i>	-	-	(lc)	-	-

Np	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT- 2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
116	<i>Myiopsitta monachus</i>	-	-	(lc)	-	Exótica - invasora
117	<i>Nycticorax nycticorax</i>	-	-	(lc)	-	-
118	<i>Nymphicus hollandicus</i>	-	-	-	-	-
119	<i>Oxyura jamaicensis</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
120	<i>Parabuteo unicinctus</i>	(pr)	Apéndice ii	(lc)	-	-
121	<i>Passer domesticus</i>	-	-	(lc)	-	Exótica - invasora
122	<i>Passerculus sandwichensis</i>	-	-	(lc)	-	-
123	<i>Passerina caerulea</i>	-	-	(lc)	-	-
124	<i>Patagioenas fasciata</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
125	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	-	-	(lc)	-	-
126	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	-	-	(lc)	-	-
127	<i>Phainopepla nitens nitens</i>	-	-	(lc)	-	-
128	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	-	-	-	-	-
129	<i>Phalaropus tricolor</i>	-	-	-	-	-
130	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	-	-	(lc)	-	-
131	<i>Pipilo maculatus</i>	-	-	(lc)	-	-
132	<i>Plegadis chihi</i>	-	-	(lc)	-	-
133	<i>Podiceps nigricollis</i>	-	-	(lc)	-	-
134	<i>Podilymbus podiceps</i>	-	-	(lc)	-	-
135	<i>Polioptila caerulea</i>	-	-	(lc)	-	-
136	<i>Poocetes gramineus</i>	-	-	(lc)	-	-
137	<i>Porphyrio martinicus</i>	-	-	(lc)	-	-
138	<i>Porzana carolina</i>	-	-	(lc)	-	-
139	<i>Psaltriparus minimus</i>	-	-	(lc)	-	-
140	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	-	-	(lc)	-	-
141	<i>Quiscalus mexicanus</i>	-	-	(lc)	-	-
142	<i>Rallus elegans</i>	(a)	-	(nt)	-	-
143	<i>Rallus limicola</i>	(a)	-	(lc)	-	-
144	<i>Rallus tenuirostris</i>	(p)	-	(nt)	-	-
145	<i>Recurvirostra americana</i>	-	-	(lc)	-	-

Np	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT- 2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
146	<i>Regulus calendula</i>	-	-	(lc)	-	-
147	<i>Regulus satrapa</i>	-	-	(lc)	-	-
148	<i>Regulus satrapa apache</i>	-	-	(lc)	-	-
149	<i>Riparia riparia</i>	-	-	(lc)	-	-
150	<i>Riparia riparia riparia</i>	-	-	(lc)	-	-
151	<i>Sayornis nigricans</i>	-	-	(lc)	-	-
152	<i>Sayornis phoebe</i>	-	-	(lc)	-	-
153	<i>Sayornis saya</i>	-	-	(lc)	-	-
154	<i>Selasphorus platycercus</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
155	<i>Selasphorus rufus</i>	-	Apéndice ii	(nt)	-	-
156	<i>Selasphorus sasin</i>	-	Apéndice ii	(lc)	-	-
157	<i>Setophaga coronata</i>	-	-	(lc)	-	-
158	<i>Setophaga coronata auduboni</i>	-	-	(lc)	-	-
159	<i>Setophaga nigrescens</i>	-	-	(lc)	-	-
160	<i>Setophaga petechia</i>	-	-	(lc)	-	-
161	<i>Spatula clypeata</i>	-	-	(lc)	Dof 201 4	-
162	<i>Spatula cyanoptera</i>	-	-	(lc)	Dof 201 4	-
163	<i>Spatula discors</i>	-	-	(lc)	Dof 201 4	-
164	<i>Spinus psaltria</i>	-	-	(lc)	-	-
165	<i>Spizella pallida</i>	-	-	(lc)	-	-
166	<i>Spizella passerina</i>	-	-	(lc)	-	-
167	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	-	-	(lc)	-	-
168	<i>Sterna forsteri</i>	-	-	(lc)	-	-
169	<i>Streptopelia decaocto</i>	-	-	(lc)	-	Exótica - invasora
170	<i>Streptopelia decaocto decaocto</i>	-	-	(lc)	-	-
171	<i>Sturnella magna</i>	-	-	(nt)	-	-
172	<i>Sturnus vulgaris</i>	-	-	(lc)	-	Exótica - invasora
173	<i>Tachycineta bicolor</i>	-	-	(lc)	-	-
174	<i>Tachycineta thalassina</i>	-	-	(lc)	-	-

Np	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
175	<i>Thryomanes bewickii</i>	-	-	(lc)	-	-
176	<i>Tilmatura dupontii</i>	(a)	Apéndice ii	(lc)	-	-
177	<i>Toxostoma curvirostre</i>	-	-	(lc)	-	-
178	<i>Tringa flavipes</i>	-	-	(lc)	-	-
179	<i>Tringa melanoleuca</i>	-	-	(lc)	-	-
180	<i>Troglodytes aedon</i>	-	-	(lc)	-	-
181	<i>Turdus rufopalliatu</i>	-	-	(lc)	-	-
182	<i>Tyrannus melancholicus</i>	-	-	(lc)	-	-
183	<i>Tyrannus vociferans</i>	-	-	(lc)	-	-
184	<i>Vireo huttoni</i>	-	-	(lc)	-	-
185	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	-	-	(lc)	-	-
186	<i>Zenaida asiatica</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-
187	<i>Zenaida macroura</i>	-	-	(lc)	Dof 2014	-

Donde:

Para la NOM-059-SEMARNAT-2010: (a)= Amenazada, P= En peligro de extinción, (pr)= Sujeta a protección especial.

Para IUCN: (lc)= Preocupación menor, (nt)=Casi amenazado, (en)=En peligro

*Preocupación menor (lc) (publicado en iucn red list 2019-1 como *larus atricilla* (ver relaciones de sinonimia))

**Preocupación menor (lc) (publicado en iucn red list 2019-1 como *larus pipixcan* (ver relaciones de sinonimia))

Tabla 3.7. Mamíferos potenciales para encontrar en el área de estudio

Np	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
1	<i>Baiomys taylori</i> <i>Analogus</i>	-	-	(lc)	-	-
2	<i>Canis lupus</i> <i>Familiaris</i>	-	Apéndice II	Preocupación menor (lc)	-	Exótica-invasora
3	<i>Conepatus</i> <i>Leuconotus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
4	<i>Corynorhinus</i> <i>Mexicanus</i>	-	-	Casi amenazado (nt)	-	-
5	<i>Cratogeomys</i> <i>Fumosus tylosinus</i>	Amenazada (a)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
6	<i>Cratogeomys</i> <i>Merriami</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
7	<i>Cryptotis parva</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
8	<i>Cryptotis parva soricina</i>	Sujeta a protección especial (pr)	-	Preocupación menor (lc)	-	-

		(publicado en nom-059-semarnat 2010-mod. Anexo normativo iii 2019 Como cryptotis parvus soricinus)				
9	<i>Dipodomys phillipsii phillipsii</i>	Amenazada (a)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
10	<i>Heteromys irroratus allenii</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
11	<i>Ictidomys mexicanus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
12	<i>Microtus mexicanus mexicanus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
13	<i>Mustela frenata frenata</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
14	<i>Neotomodon Alstoni</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
15	<i>Otospermophilus variegatus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
16	<i>Otospermophilus variegatus variegatus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
17	<i>Perognathus flavus mexicanus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
18	<i>Peromyscus difficilis</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
19	<i>Peromyscus difficilis amplus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
20	<i>Peromyscus difficilis felipensis</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
21	<i>Peromyscus gratus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
22	<i>Peromyscus gratus gratus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
23	<i>Peromyscus maniculatus fulvus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
24	<i>Peromyscus maniculatus labecula</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
25	<i>Peromyscus melanocarpus</i>	-	-	En peligro (en)	-	-
26	<i>Peromyscus melanophrys zamorae</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
27	<i>Peromyscus melanotis</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
28	<i>Reithrodontomys fulvescens toltecus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
29	<i>Reithrodontomys megalotis saturatus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
30	<i>Sigmodon hispidus berlandieri</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
31	<i>Sorex oreopolus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
32	<i>Sylvilagus floridanus orizabae</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-

Tabla 3.8. Reptiles potenciales para encontrar en el área de estudio

Np	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Prioritaria	Exótica
1	<i>Barisia ciliaris</i>	-	-	-	-	-
2	<i>Barisia imbricata</i>	Sujeta a protección especial (pr)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
3	<i>Conopsis lineata</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
4	<i>Crotalus triseriatus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
5	<i>Phrynosoma orbiculare orbiculare</i>	Amenazada (a)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
6	<i>Plestiodon brevirostris</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
7	<i>Plestiodon copei</i>	Sujeta a protección especial (pr)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
8	<i>Sceloporus aeneus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
9	<i>Sceloporus aeneus aeneus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
10	<i>Sceloporus anahuacus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
11	<i>Sceloporus grammicus</i>	Sujeta a protección especial (pr)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
12	<i>Sceloporus grammicus microlepidotus</i>	Sujeta a protección especial (pr)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
13	<i>Sceloporus jarrovi</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
14	<i>Sceloporus mucronatus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
15	<i>Sceloporus scalaris</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
16	<i>Sceloporus scalaris scalaris</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
17	<i>Sceloporus spinosus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
18	<i>Sceloporus spinosus spinosus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
19	<i>Sceloporus torquatus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
20	<i>Sceloporus torquatus torquatus</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
21	<i>Thamnophis eques</i>	Amenazada (a)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
22	<i>Thamnophis eques eques</i>	Amenazada (a)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
23	<i>Thamnophis melanogaster</i>	Amenazada (a)	-	En peligro (en)	-	-
24	<i>Thamnophis scalaris</i>	Amenazada (a)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
25	<i>Thamnophis scaliger</i>	Amenazada (a)	-	Vulnerable (vu)	-	-

Tabla 3.9. Anfibios potenciales para encontrar en el área de estudio

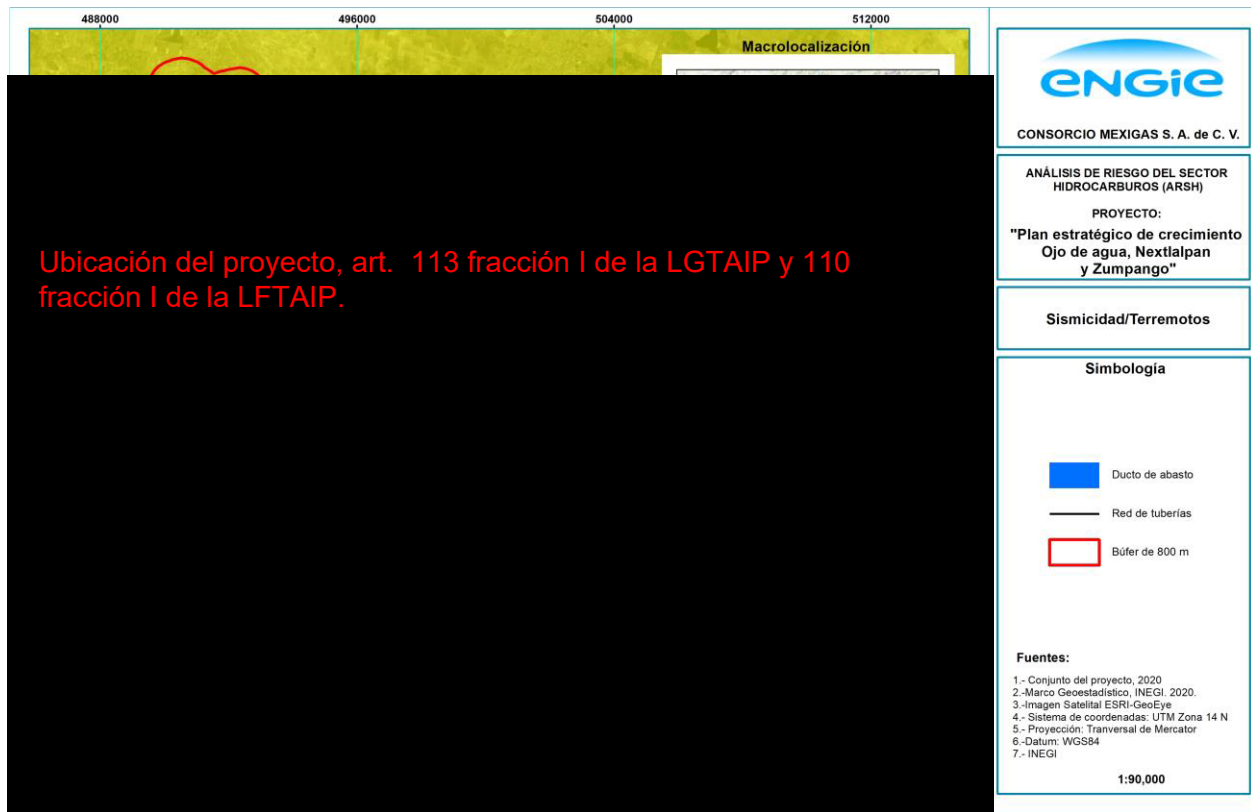
N p	Nombre científico	NOM 059-SEMARNAT- 2010	CITES	IUCN	Prioritari a	Exótic a
1	<i>Ambystoma altamirani</i>	Amenazada (A)	-	En peligro (EN)	DOF 2014	-
2	<i>Ambystoma mexicanum</i>	En peligro de extinción (P)	Apéndice II	En peligro crítico (CR)	DOF 2014	-
3	<i>Ambystoma tigrinum</i>	-	-	-	-	-
4	<i>Ambystoma velasci</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
5	<i>Anaxyrus compactilis</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
6	<i>Aquiloerycea cephalica</i>	Amenazada (A)	-	Casi amenazado (nt)	-	-
7	<i>Dryophytes eximius</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
8	<i>Dryophytes plicatus</i>	Amenazada (A)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
9	<i>Incilius occidentalis</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
10	<i>Lithobates montezumae</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
11	<i>Lithobates tlaloci</i>	En peligro de extinción (P)	-	En peligro crítico (CR)	DOF 2014	-
12	<i>Lithobates vaillanti</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-
13	<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	Amenazada (A)	-	Preocupación menor (lc)	-	-
14	<i>Spea hammondi</i>	-	-	Casi amenazado (nt)	-	-
15	<i>Spea multiplicata</i>	-	-	Preocupación menor (lc)	-	-

3.3. SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS NATURALES

3.3.1. SISMICIDAD Y/O TERREMOTOS

De acuerdo con la clasificación y regionalización sísmica de la Comisión Nacional de Electricidad (CFE), el proyecto se encuentra en su totalidad dentro de la región sísmica B con peligrosidad media. Es decir, se pueden presentar sismos de menor frecuencia y aceleración del terreno <70% de gravedad

Figura 3.10. Regionalización sísmica de CFE



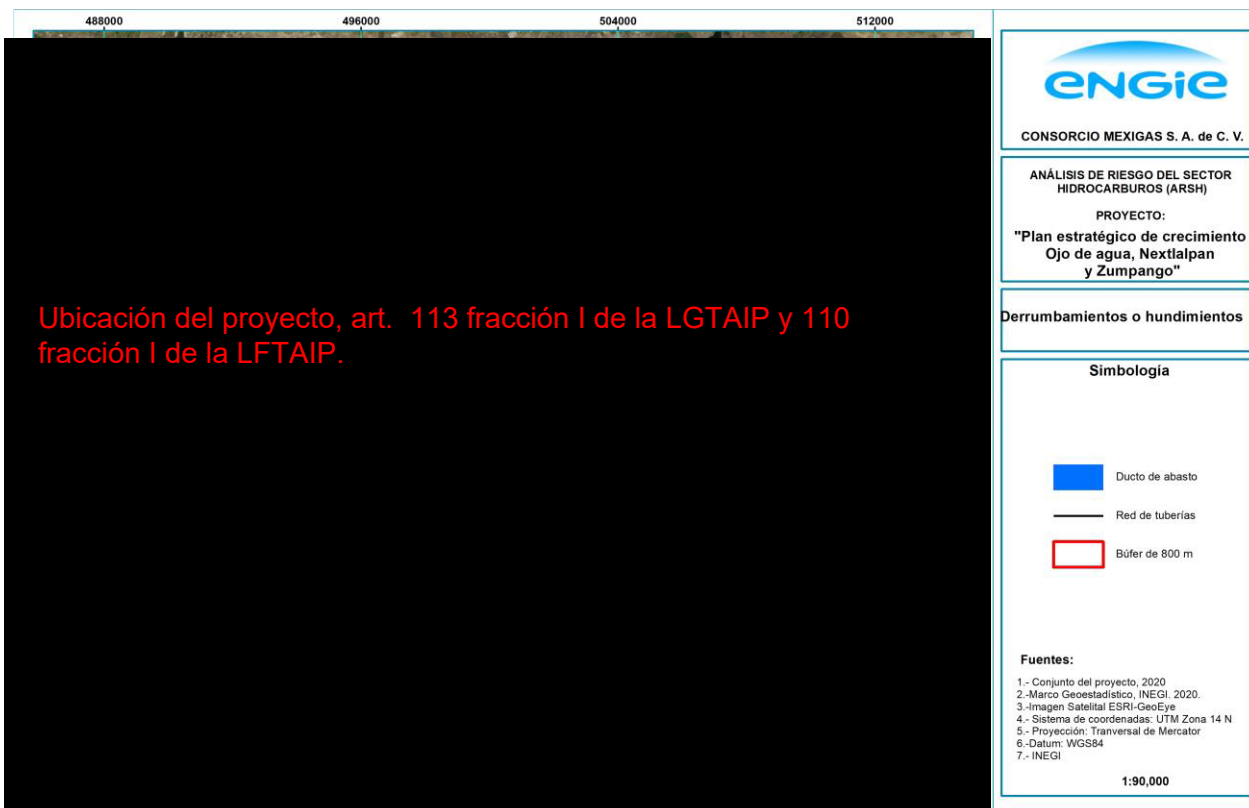
3.3.2. CORRIMIENTOS DE TIERRA

No hay información disponible o eventos históricos de corrimientos de tierra en el área de estudio.

3.3.3. DERRUMBAMIENTOS O HUNDIMIENTOS

Se presenta un evento de hundimiento del terreno en el extremo sur del proyecto, siendo este el único en todo el búfer de 800 metros. Por la tanto el proyecto presenta poca susceptibilidad antes estos fenómenos.

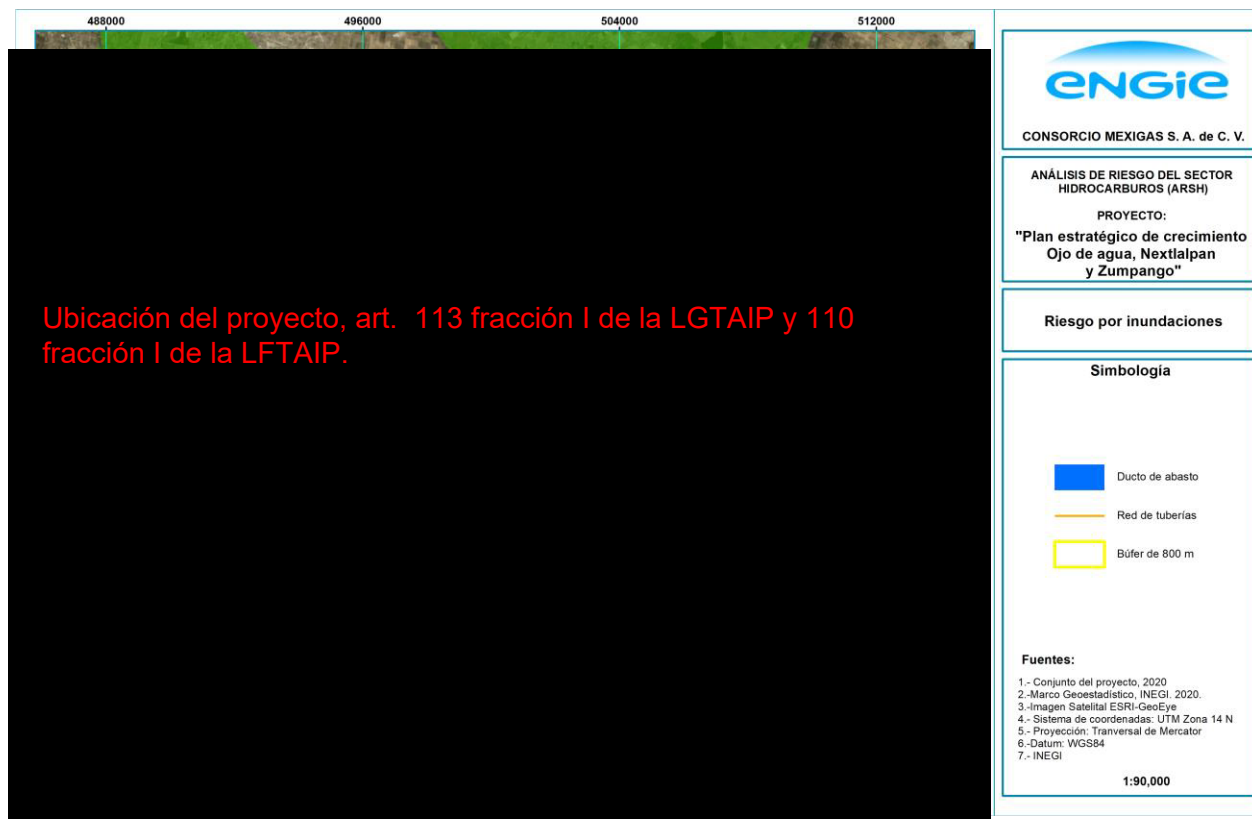
Figura 3.11. Derrumbamientos o hundimientos



3.3.4. INUNDACIONES

La susceptibilidad a inundaciones en el sitio es muy baja de acuerdo con el conjunto vectorial de Zonas de Peligro de inundación de varios municipios del país, derivadas de los Atlas de Peligros y/o Riesgos elaborados en el marco del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, PRAH (2011-2015) y el Programa Prevención de Riesgos, PPR (2016).

Figura 3.12. Inundaciones



3.3.5. DEGRADACIÓN DEL SUELO

La FAO define degradación del suelo como un proceso que disminuye la capacidad real y/o potencial del suelo para producir bienes o prestar servicios, en 1982 se establece la Carta Mundial de los Suelos donde degradación es la pérdida total o parcial de la productividad cualitativa y/o cuantitativa de los suelos, debido a procesos como salinización, erosión, inundación, desertización y contaminación

De acuerdo con Conabio e INEGI la degradación del suelo en el área de estudio presenta tres tipos: degradación química, física y erosión hídrica, procesos mediante la cual el suelo pierde algunas de sus propiedades más importantes, lo que se traduce en una disminución de su capacidad para brindar servicios ecosistémicos entre otros tipos de servicio.

El grado de afectación al suelo se presenta desde ligero a fuerte, donde el tipo de mayor incidencia es por degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica con una afectación moderada causado por actividades agrícolas. esta

afectación se presenta en una superficie de 3,787,0131 hectáreas, es decir el 29.48 %, tal y como se muestra en la siguiente tabla y figura.

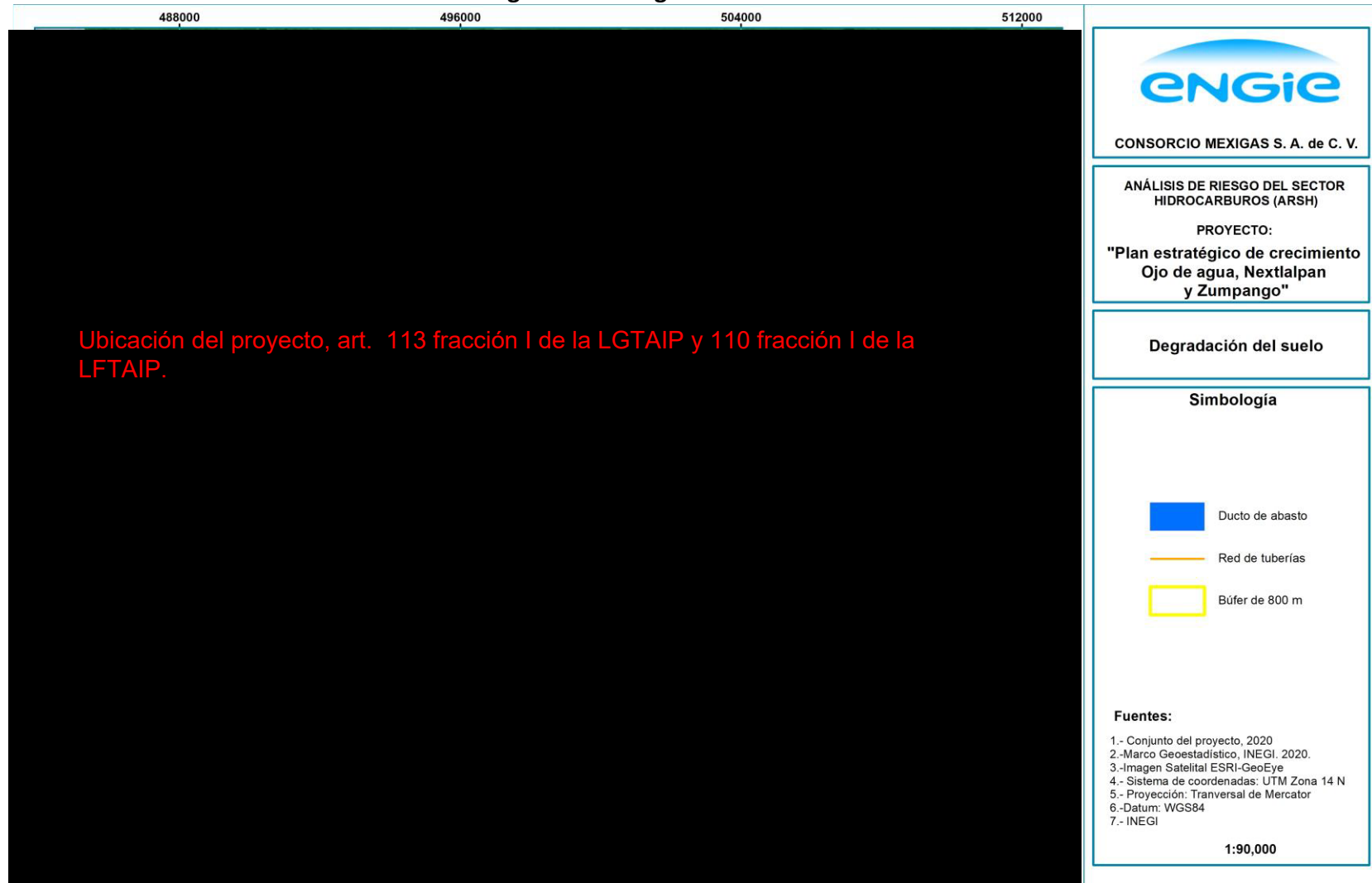
Tabla 3.10. Tipos de degradación del suelo en el proyecto

Np	Tipo	Grado	Causa	Superficie	Proporción (%)
1	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	1,981.3611	15.42
2	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas / Sobrepastoreo	317.4169	2.47
3	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Moderado	Actividades agrícolas	1,178.4016	9.17
4	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Moderado	Actividades agrícolas	3,787.0131	29.48
5	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	2,103.5902	16.37
6	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	285.7608	2.22
7	Degradación física por pérdida de la función productiva	Fuerte	Urbanización	181.5521	1.41
8	Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Moderado	Actividades agrícolas	1,113.5112	8.67
9	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Actividades agrícolas / Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico	1,898.0776	14.77
Total				12,846.6845	100.00



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

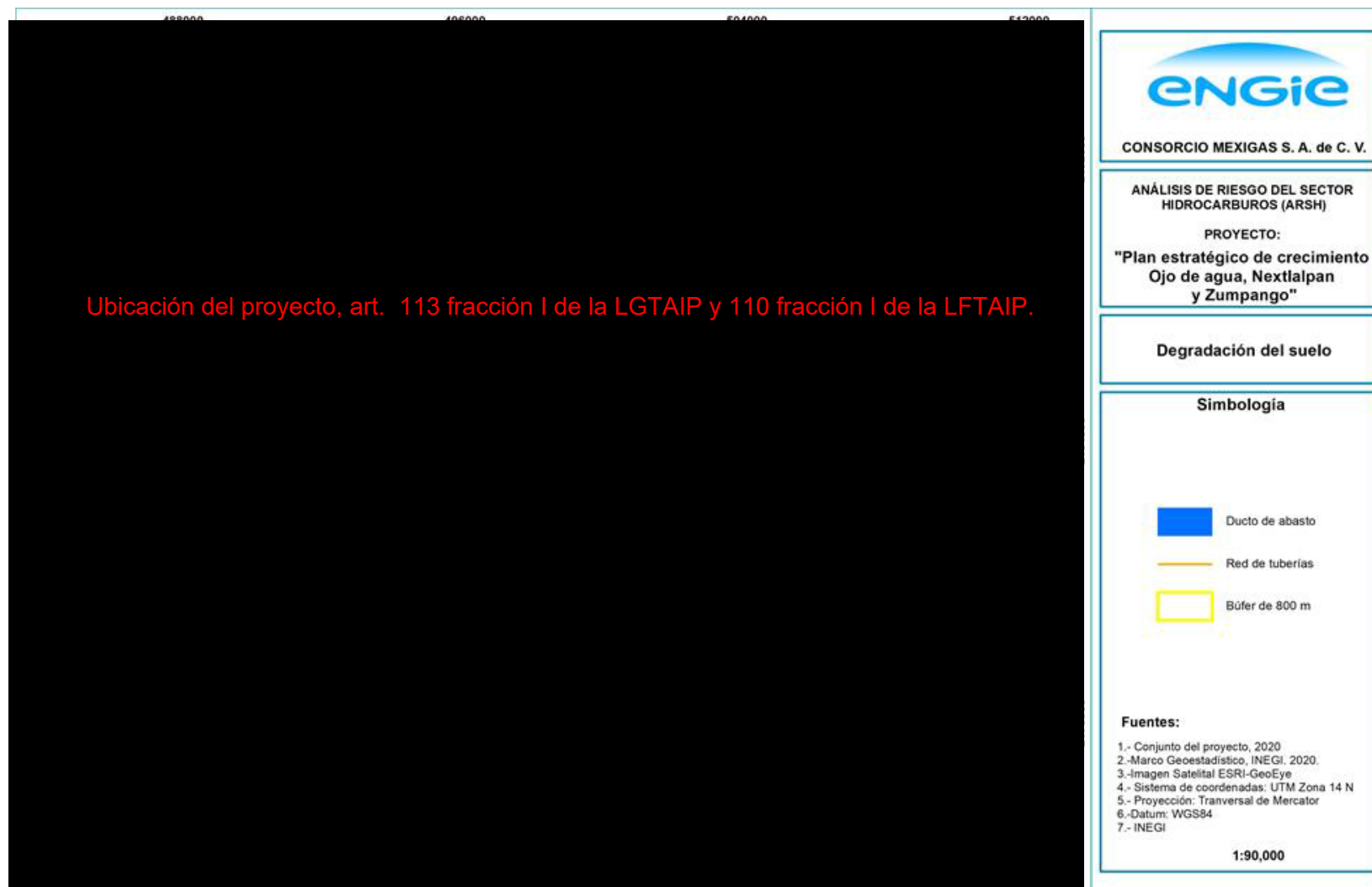
Figura 3.13. Degradación del suelo





ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

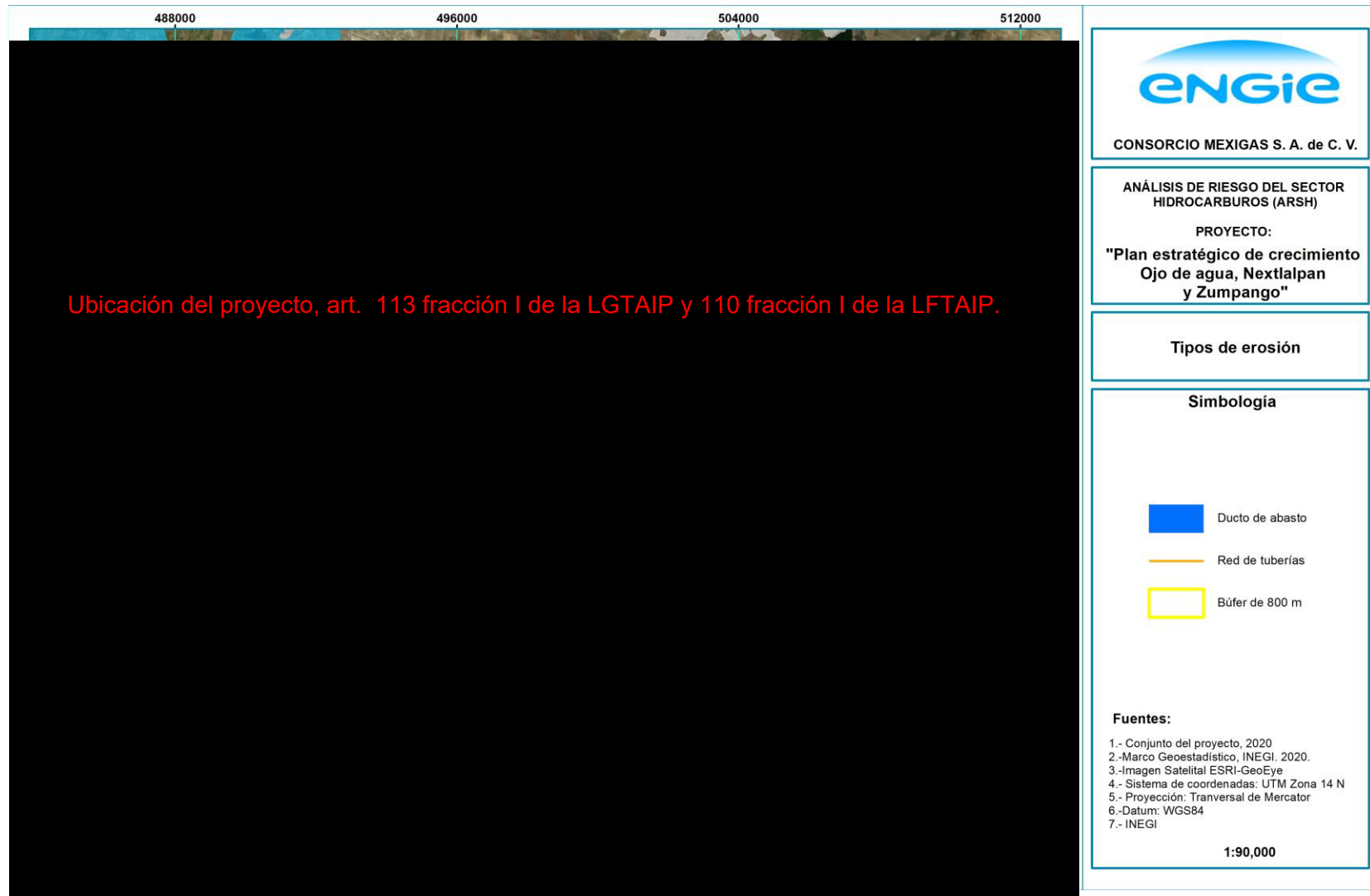
Figura 3.14. Grado de afectación





ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 3.15. Tipo de erosión presente



3.3.6. CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES POR ESCURRIMIENTOS Y EROSIÓN

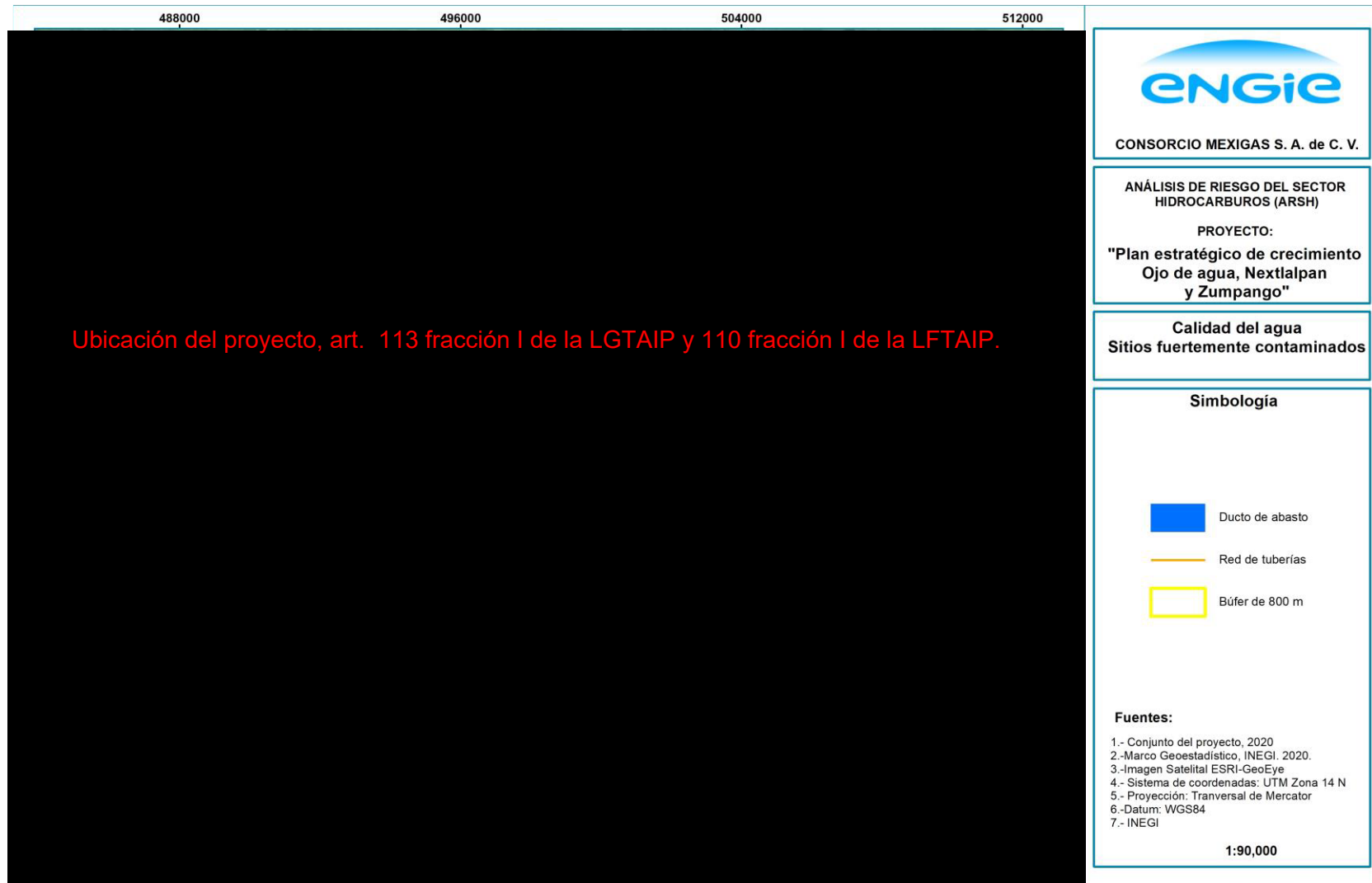
Se realizó la intersección del proyecto con la capa vectorial de CONABIO de Sitios de monitoreo de calidad del agua superficial en México, 2013 en donde se presentan los indicadores de calidad del agua, Estos indicadores son las medianas de las concentraciones de los parámetros, obtenidos en los muestreos realizados durante el año, en cada sitio de monitoreo. Los sitios de la red incluyen seis redes específicas: cuerpos superficiales, aguas subterráneas, estudios especiales, zonas costeras, descargas superficiales y descargas subterráneas. Los sitios de monitoreo se califican y se les asigna un color de acuerdo con el tipo de contaminación que presenta. Mostrándose de la siguiente manera: Verde.- sitios que cumplen con los 5 Indicadores se les asignaron el color. Amarillo.- sitios contaminados con Sólidos Suspendidos Totales (SST) y/o Coliformes Fecas (CF). Rojo.- sitios contaminados con materia orgánica biodegradable (DBO) o materia orgánica oxidable (DQO) y/o que presentan toxicidad(TOX).

La intersección del área con esta capa nos indica que el área se encuentra fuertemente contaminado y contaminado, con solo un sitio de que cumple con los estándares de calidad del agua, lo que nos indica que hay una fuerte contaminación por la industria y los asentamientos humanos tal y como se muestra en las siguientes figuras.



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

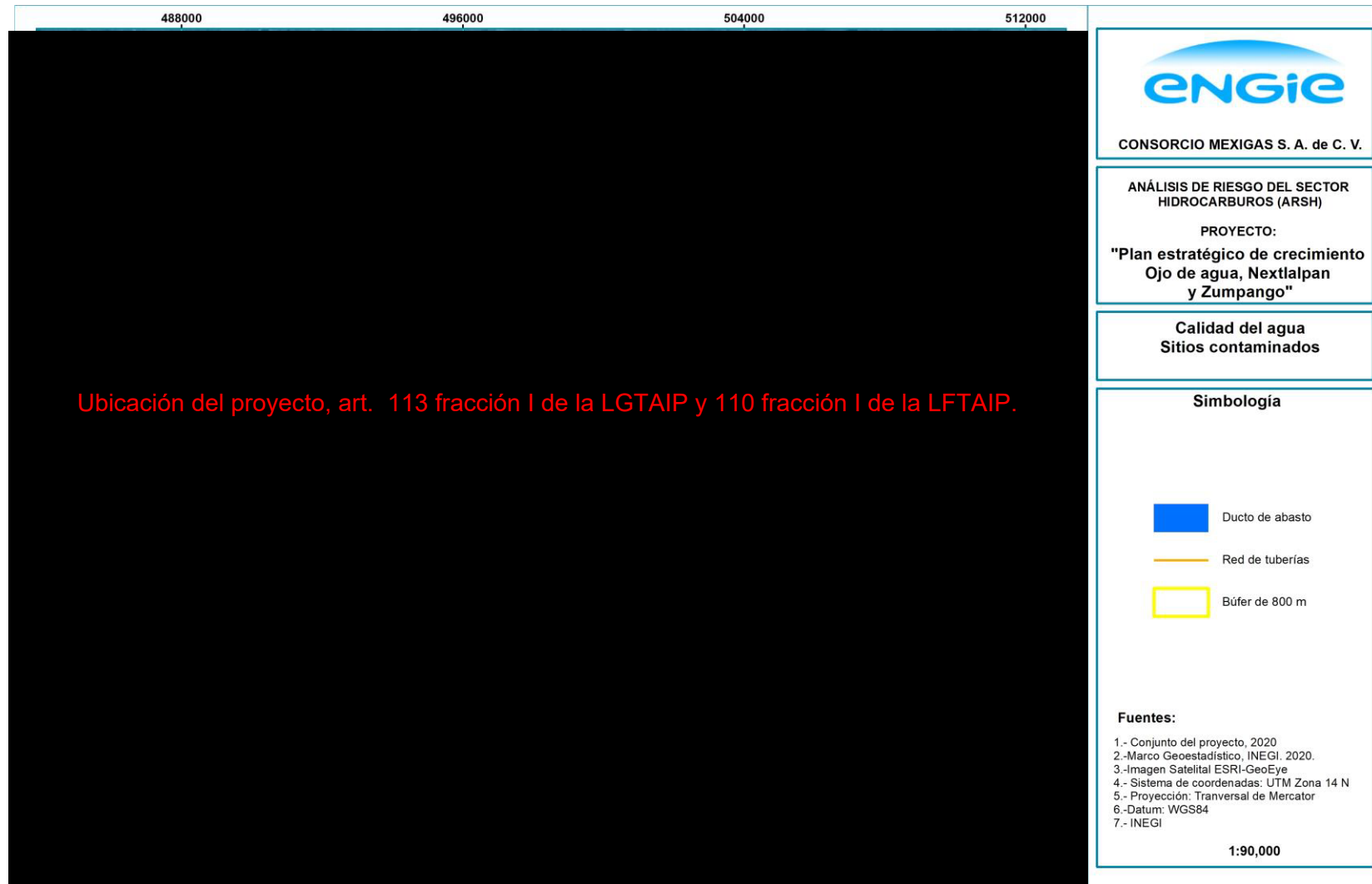
Figura 3.16. Sitios fuertemente contaminados





ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 3.17. Sitios contaminados



3.3.7. RIESGOS RADIOLÓGICOS

Los riesgos radiológicos de acuerdo con la guía para la realización de análisis de riesgos radiológicos para instalaciones y actividades donde se utilizan fuentes de radiación ionizante, distintas a reactores nucleares de la Secretaría de Energía se definen como aquellos eventos que conlleva a efectos perjudiciales en la salud debidos a la exposición a la radiación (incluida la posibilidad de que se produzcan esos efectos). Cualquier otro riesgo relacionado con la seguridad tecnológica (incluidos los riesgos para los ecosistemas del medio ambiente) que podría surgir como consecuencia directa de: la exposición a la radiación; la presencia de material radiactivo (incluidos los desechos radiactivos) o su emisión al medio ambiente; la pérdida de control sobre una fuente radiactiva o cualquier fuente de radiación. A los efectos de las normas de seguridad del OIEA, se supone que no existe un umbral en la dosis de radiación por debajo del cual no existan riesgos radiológicos conexos.

Bajo esta definición no hay un riesgo de exposición por radiación en el área del proyecto dado que no se han identificados peligros próximos o dentro de este.

3.3.8. HURACANES

El riesgo por huracanes dentro del proyecto es nulo a bajo, dado que no se encuentra en ninguna zona costera susceptible a huracanes, como la costa del pacífico, península de Yucatán o la llanura costera del golfo norte o sur. Sin embargo, si se pueden presentar consecuencias indirectas como eventos de precipitación extraordinarios que podría causar acumulación de agua de lluvia en las zonas bajas. Por lo que como se presentó en el apartado de inundación, el proyecto se encuentra en una categoría “Muy baja” en riesgo por inundaciones.

3.3.9. NIEBLA

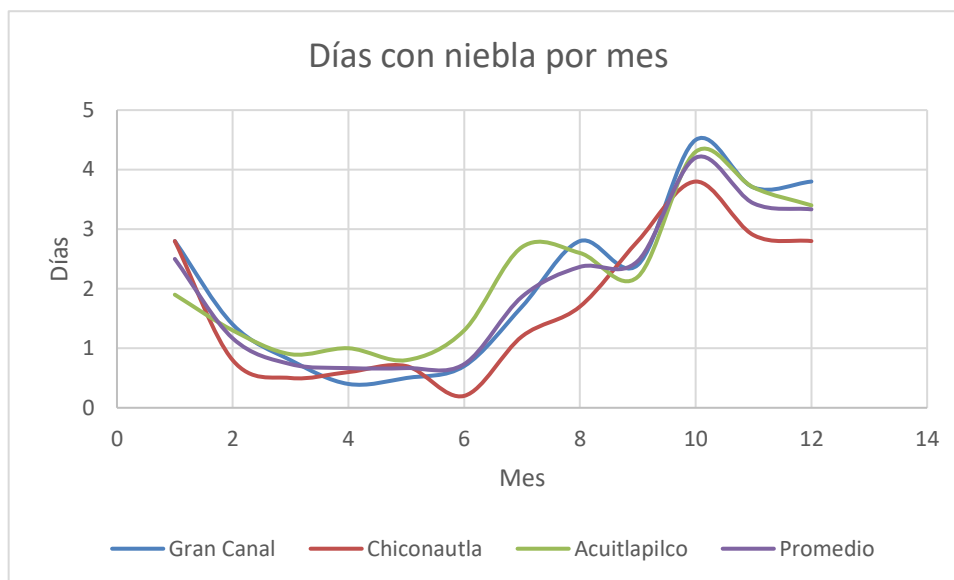
La niebla es un conjunto de minúsculas gotas de agua que entorpecen la visibilidad a menos de 1km.

En el área de estudio se presenta en promedio 24 días con niebla durante los 12 meses del año, siendo octubre a enero los meses con mayor número de días con niebla, con un promedio de 4 a 3 días.

Tabla 3.11. Días con niebla

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Gran Canal	3	1	1	0	1	1	2	3	2	5	4	4	26
Chiconautla	3	1	1	1	1	0	1	2	3	4	3	3	21
Acuitlapilco	2	1	1	1	1	1	3	3	2	4	4	3	26
Promedio	3	1	1	1	1	1	2	2	2	4	3	3	24

Figura 3.18. Días con niebla



3.3.10. INVERSIÓN TÉRMICA

Fenómeno que se presenta cuando el patrón normal de temperatura en la atmósfera se comporta de forma contraria, es decir, aumenta la temperatura con la altitud. La presencia de una inversión provoca estabilidad en la atmósfera. Este término casi siempre se relaciona con la inversión térmica; sin embargo, se puede definir también la inversión de humedad y la inversión de la precipitación.

El fenómeno de la inversión térmica por lo regular sucede después de una noche con cielo despejado y viento en calma y cuando el aire cerca del suelo se ha enfriado más rápidamente que el aire superior, estos fenómenos por lo regular se presentan en otoño -invierno, época de anticiclones (alta presión atmosférica).

Las inversiones de temperatura se pueden formar en la superficie o en las capas superiores; a la primera se le denomina inversión de radiación (a una altitud Aprox. De 1500 a 3000 metros); la segunda se forma por subsidencia (altitud superior a 5,000 metros).

Dado que el proyecto se encuentra dentro del valle de México y existe alta presión atmosférica se deduce que la presencia de este fenómeno meteorológico es muy periódica en otoño-invierno. Exceptuando en las fechas en donde ocurre un evento de norte y sistemas frontales.

3.4. ZONAS VULNERABLES

Para determinar las zonas vulnerables, tanto poblacionales como infraestructura vial, urbana, industrial y de componentes ambientales se hizo una intersección del búfer de 800 metros con la información disponible de INEGI, CONABIO y la SENER. Así mismo se utilizaron las siguientes cartas topográficas escala 1:50 000 con clave E14A19 “Zumpango de Ocampo”, E14B11 “Tizayuca”, E14A29 “Cuautitlán” y E14B21 “Texcoco” para obtener información actualizada de las condiciones actuales del sitio en materia urbana y de infraestructura.

3.4.1. ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN

Una vez realizado la intersección de las áreas del proyecto y su búfer con las capas vectoriales de INEGI de topografía, vialidades etc., se tiene que el proyecto tiene cruzamiento con 36 localidades de tipo urbano o rural tales como villas, fraccionamientos, paseos, colonias, conjuntos habitacionales, pueblos y hacienda, este cruzamiento ocurre en la red de tuberías y en el ducto de abasto con 26 y 10 cruzamientos respectivamente,

A continuación se presenta una tabla detallada de las localidades que cruza el proyecto con el nombre y su ubicación dentro del trazo.

Tabla 3.12. Cruzamiento con zonas vulnerables de población en el trazo del proyecto.

Np	Tipo De Zona Vulnerable	Nombre	Ubicación	Distancia Al Ducto (m)	Proximidad O Cruzamiento	Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Final
1	Localidad	Ojo De Agua	Red De Tuberías	0	Cruzamiento	N/A	N/A
2	Localidad	San Martín Azcatepec		0	Cruzamiento	N/A	N/A
3	Localidad	Fraccionamiento Social Progresivo Santo Tomás Chiconautla		0	Cruzamiento	N/A	N/A
4	Localidad	Nuevo Paseos De San Juan		0	Cruzamiento	N/A	N/A
5	Localidad	Pueblo Nuevo De Morelos		0	Cruzamiento	N/A	N/A
6	Localidad	Hacienda Los Encinos		0	Cruzamiento	N/A	N/A
7	Localidad	Colonia Los Hornos		0	Cruzamiento	N/A	N/A
8	Localidad	Rancho Los Romero		0	Cruzamiento	N/A	N/A
9	Localidad	Las Plazas		0	Cruzamiento	N/A	N/A
10	Localidad	Santa María I Y li		0	Cruzamiento	N/A	N/A
11	Localidad	Buenavista (Colonia Buenavista)		0	Cruzamiento	N/A	N/A
12	Localidad	Fraccionamiento Paseos Del Lago		0	Cruzamiento	N/A	N/A
13	Localidad	El Nido		0	Cruzamiento	N/A	N/A

Np	Tipo De Zona Vulnerable	Nombre	Ubicación	Distancia Al Ducto (m)	Proximidad O Cruzamiento	Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Final
14	Localidad	Conjunto Urbano Santa Fe		0	Cruzamiento	N/A	N/A
15	Localidad	Los Reyes Acozac		0	Cruzamiento	N/A	N/A
16	Localidad	Zumpango De Ocampo		0	Cruzamiento	N/A	N/A
17	Localidad	San Bartolo Cuautlalpan		0	Cruzamiento	N/A	N/A
18	Localidad	San Sebastián		0	Cruzamiento	N/A	N/A
19	Localidad	Fraccionamiento La Trinidad		0	Cruzamiento	N/A	N/A
20	Localidad	Paseos De San Juan		0	Cruzamiento	N/A	N/A
21	Localidad	Villas De La Laguna		0	Cruzamiento	N/A	N/A
22	Localidad	Arbolada Los Sauces		0	Cruzamiento	N/A	N/A
23	Localidad	Colonia Pozos Y Vías (Fracción Diecisiete A)		0	Cruzamiento	N/A	N/A
24	Localidad	Ex-Hacienda Santa Inés		0	Cruzamiento	N/A	N/A
25	Localidad	Fraccionamiento Social Progresivo Santo Tomás Chiconautla		0	Cruzamiento	N/A	N/A
26	Localidad	Ojo De Agua		0	Cruzamiento	N/A	N/A
27	Localidad	Pueblo Nuevo De Morelos	Ducto De Abasto	0	Cruzamiento	N/A	N/A
28	Localidad	Santa María I Y li		0	Cruzamiento	N/A	N/A
29	Localidad	Buenavista (Colonia Buenavista)		0	Cruzamiento	N/A	N/A
30	Localidad	Santa Ana Nextlalpan		0	Cruzamiento	N/A	N/A
31	Localidad	San Sebastián		0	Cruzamiento	N/A	N/A
32	Localidad	Paseos De San Juan		0	Cruzamiento	N/A	N/A
33	Localidad	Colonia Pozos Y Vías (Fracción Diecisiete A)		0	Cruzamiento	N/A	N/A
34	Localidad	Santa Ana Nextlalpan		0	Cruzamiento	N/A	N/A
35	Localidad	San Miguel Jaltocan		0	Cruzamiento	N/A	N/A
36	Localidad	Ex-Hacienda Santa Inés		0	Cruzamiento	N/A	N/A

Por otra parte también se hizo la intersección con el búfer de 800 metros y se obtuvieron 44 localidades próximas al trazo del proyecto como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.13. Proximidad con zonas vulnerables de población en el trazo del proyecto.

Np	Tipo de Zona Vulnerable	Nombre	Ubicación	Distancia al Ducto (m)	Proximidad O Cruzamiento	Cadenamiento inicial	Cadenamiento Final
1	Localidad	San Juan Pueblo Nuevo	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
2	Localidad	Nuevo Paseos De San Juan	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
3	Localidad	Pueblo Nuevo De Morelos	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
4	Localidad	Hacienda Los Encinos	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
5	Localidad	Colonia Los Hornos	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
6	Localidad	Rancho Los Romero	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
7	Localidad	Las Plazas	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
8	Localidad	Barrio Miltenco	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
9	Localidad	Santa María I Y li	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
10	Localidad	Buenavista (Colonia Buenavista)	Búfer 800 M	100-700	Proximidad	N/A	N/A
11	Localidad	Fraccionamiento Paseos Del Lago	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
12	Localidad	El Nido	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
13	Localidad	Conjunto Urbano Santa Fe	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
14	Localidad	Santa Ana Nextlalpan	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
15	Localidad	Los Reyes Acozac	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
16	Localidad	Zumpango De Ocampo	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
17	Localidad	San Bartolo Cuautlalpan	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
18	Localidad	San Sebastián	Búfer 800 M	100-700	Proximidad	N/A	N/A
19	Localidad	Colonia Santa Lucía	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
20	Localidad	Fraccionamiento La Trinidad	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
21	Localidad	Paseos De San Juan	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
22	Localidad	Villas De La Laguna	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
23	Localidad	Arbolada Los Sauces	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
24	Localidad	Colonia Pozos Y Vías (Fracción Diecisiete A)	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
25	Localidad	El Progreso (Colonia Ejidal Villa Esmeralda)	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
26	Localidad	Ejido San Francisco	Búfer 800 M	0-800	Proximidad	N/A	N/A
27	Localidad	Colonia La Asunción	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
28	Localidad	Ecatepec De Morelos	Búfer 800 M	0-800	Proximidad	N/A	N/A
29	Localidad	Alborada Jaltenco	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
30	Localidad	Santa Ana Nextlalpan	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
31	Localidad	San Miguel Jaltocan	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
32	Localidad	Ex-Hacienda Santa Inés	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
33	Localidad	San Pablo De Las Salinas	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
34	Localidad	Santa María Tonanitla	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A

Np	Tipo de Zona Vulnerable	Nombre	Ubicación	Distancia al Ducto (m)	Proximidad O Cruzamiento	Cadenamiento inicial	Cadenamiento Final
35	Localidad	Fraccionamiento Social Progresivo Santo Tomás Chiconautla	Búfer 800 M	100-700	Proximidad	N/A	N/A
36	Localidad	Ojo De Agua	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
37	Localidad	Ecatepec De Morelos	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
38	Localidad	Tecámac De Felipe Villanueva	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
39	Localidad	San Pablo Tecalco	Búfer 800 M	700-800	Proximidad	N/A	N/A
40	Localidad	Ojo De Agua	Búfer 800 M	100-700	Proximidad	N/A	N/A
41	Localidad	San Martín Azcatepec	Búfer 800 M	100-700	Proximidad	N/A	N/A
42	Localidad	Fraccionamiento Social Progresivo Santo Tomás Chiconautla	Búfer 800 M	Colindante	Proximidad	N/A	N/A
43	Localidad	Alborada Jaltenco	Búfer 800 M	0-800	Proximidad	N/A	N/A
44	Localidad	San Pablo De Las Salinas	Búfer 800 M	0-800	Proximidad	N/A	N/A

La densidad de población de la zona y del estado de México es de 314 a 611 habitantes por kilómetro cuadrado una de las más altas del país lo que se traduce en una mayor población en riesgo.

En cuanto a infraestructura urbana, el proyecto se encuentra próximo o cruza con 278 instalaciones, de las cuales la mayoría corresponde a camellones. asimismo hay 43 escuelas, 6 centros de atención médica, 8 templos y 3 mercados. A continuación se presenta a detalle la infraestructura urbana en el área de estudio.

Tabla 3.14. Proximidad o cruzamiento con infraestructura urbana en el trazo del proyecto.

Tipo	Descripción	Ubicación	Recuento	Proximidad o cruzamiento	Componentes
Acuario	Bordo	sur	2	Cruzamiento	Red de tuberías
Camellón	Camellón	centro	2	Cruzamiento	Red de tuberías
		norte	70	Cruzamiento	Red de tuberías
		sur	32	Cruzamiento	Red de tuberías
		sureste	13	Cruzamiento	Red de tuberías
Cementerio	Cementerio	centro	1	Cruzamiento	Red de tuberías
		sur	1	Cruzamiento	Red de tuberías
Estadio	Instalación Deportiva o Recreativa	sur	1	Cruzamiento	Red de tuberías

Tipo	Descripción	Ubicación	Recuento	Proximidad o cruzamiento	Componentes
Glorieta	Camellón	centro	1	Cruzamiento	Red de tuberías
		norte	29	Cruzamiento	Red de tuberías
		sur	43	Cruzamiento	Red de tuberías
		sureste	6	Cruzamiento	Red de tuberías
Jardín	Área Verde	norte	1	Cruzamiento	Red de tuberías
		sur	8	Cruzamiento	Red de tuberías
		sureste	1	Cruzamiento	Red de tuberías
Mercado	Mercado	sur	2	Cruzamiento	Red de tuberías
		sureste	1	Cruzamiento	Red de tuberías
Otro	Centro de Asistencia Médica	centro	1	Cruzamiento	Red de tuberías
		sur	5	Cruzamiento	Red de tuberías
	Escuela	centro	3	Cruzamiento	Ducto de abasto
		norte	4	Cruzamiento	Red de tuberías
		sur	28	Cruzamiento	Red de tuberías
		sureste	8	Cruzamiento	Red de tuberías
	Estanque	sur	1	Cruzamiento	Red de tuberías
	Instalación Deportiva o Recreativa	sur	1	Cruzamiento	Red de tuberías
Palacio de Gobierno	Palacio de Gobierno	sur	2	Cruzamiento	Red de tuberías
Plaza	Plaza	sureste	3	Cruzamiento	Red de tuberías
Templo	Templo	sur	8	Cruzamiento	Red de tuberías
Total general			278		

3.4.2. COMPONENTES AMBIENTALES

Para obtener los componentes ambientales vulnerables se utilizó las capas vectoriales de CONABIO y CONANP, para evaluar la intersección o proximidad del proyecto con estos. Como resultado de este análisis se encontró que el proyecto cruza con sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad y con la región hidrológica prioritaria Centro remanentes del complejo lacustre de la cuenca de México. Por otra parte cuatro componentes ambientales adicionales están próximos al proyecto, desde una distancia de 350 metros a 1,700 metros, así como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3.15. Proximidad con componentes ambientales en el búfer de 800 m.

Tipo componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación	Distancia al Proyecto (m)
Área natural Protegida estatal	Santuario del agua Laguna de Zumpango	Es una de las áreas relevantes para la conservación y protección de aves migratorias y de aves residentes. En las 20 hectáreas el objetivo es proteger la biodiversidad en particular la flora y la fauna del cuerpo de agua.	Este	350
Áreas de importancia Para la conservación de Las aves (AICAS)	Lago de Texcoco	Representa un área de 1,700 ha de lagos permanentes y 2,000 de charcas someras estacionales, lo cual favorece el establecimiento de grandes colonias de anidación y reposo de aves acuáticas.	Sur	7000
Humedales	Lago de Zumpango	Cuerpo de agua con suelos permanentemente húmedos originados por la descarga natural de acuíferos. Condiciones pantanosas en las orillas del lago.	Este	700
Sitios prioritarios acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la biodiversidad (SPAC)	Prioridad media Y extrema	Son los primeros en recibir los impactos de las actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas son el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales y, la introducción accidental o deliberada de especies exóticas.	Cruzamiento	0-800
Sitios prioritarios terrestres	Prioridad media Y alta	Hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible.	Este/sur	2500, 1700

Tipo componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación	Distancia al Proyecto (m)
Para la conservación de la Biodiversidad (SPT)				
Regiones hidrológicas Prioritarias (RHP)	Centro remanentes Del complejo lacustre de La cuenca de México	Canales y lagos relictos de Xochimilco y Chalco, lagos de Texcoco y Zumpango, Ciénega de Tláhuac, vasos reguladores y de recreación. 45% de la industria nacional y agricultura intensiva	Cruzamiento	0-800

Por otra parte el área de estudio se encuentra próximo a 10 cuerpos de agua, los cuales se describen a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 3.16. Proximidad con cuerpos de agua en el búfer de 800 m.

Tipo componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación	Distancia al Proyecto (m)
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Norte	700-800
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua perenne	Este	700-800
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Sur	700-800
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua perenne	Norte	700-800
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Norte	80-160
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Norte	80-160
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Norte	80-160
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Norte	80-160
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Sur	80-160
Cuerpo de agua	Ninguno	Cuerpo de agua intermitente	Sur	80-160

Asimismo este se encuentra próximo a 6 corrientes de agua, de las cuales 3 son canales de aguas, un arroyo y un río.

Tabla 3.17. Proximidad con corrientes de agua en el búfer de 800 m.

Tipo componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación	Distancia al Proyecto (m)
Arroyo	Sotula		N	0-80
Canal	Sin nombre		N	0-80
Río	Las Avenidas De pachuca		N	0-80
	Jose Ma. Morelos y Pavon		E	0-80
Canal	Gran Canal de Desague		S	0-80
Canal	Tonanitla		S	0-80

Por otro lado, el trazo del proyecto cruza con dos corrientes de agua, un río y un canal.

Tabla 3.18. Cruzamiento con corrientes de agua en el trazo de proyecto.

Tipo componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación	Distancia al Proyecto (m)
Río	Las avenidas De Pachuca		N	Cruzamiento
Canal	Tonanitla		N	Cruzamiento

3.4.3. INFRAESTRUCTURA VIAL

El proyecto se intersecta con 98 infraestructuras viales como: vías férreas, avenidas, calles, bulevares, glorietas, calzadas, retornos, viaductos, enlaces y carreteras, de las cuales 79 se ubican en la red de tuberías y 19 en el ducto de abasto. En la siguiente tabla se describe a detalle las vialidades que cruzan el proyecto en algún punto del eje de las tuberías y del ducto de abasto.

Tabla 3.19. Proximidades con infraestructura vial en el búfer de 800 metros

Np	Tipo de infraestructura	Nombre	Ubicación	Proximidad o cruzamiento
1	Avenida	5 de febrero	Red de tuberías	Cruzamiento
2		Camino Viejo a Zumbilla (Avenida Golondrinas)		Cruzamiento
3		Hacienda Cocoyoc		Cruzamiento
4		Hacienda el Peñasco		Cruzamiento
5		Hacienda la Cantera		Cruzamiento
6		Hacienda Real del Puente		Cruzamiento
7		Hidalgo (Paseo Acueducto)		Cruzamiento

Np	Tipo de infraestructura	Nombre	Ubicación	Proximidad o cruzamiento
8		Insurgentes		Cruzamiento
9		Lázaro Cárdenas		Cruzamiento
10		Los Hornos		Cruzamiento
11		N/D		Cruzamiento
12		San Pablo Tecalco		Cruzamiento
13	Boulevard	De las Flores		Cruzamiento
14		Ojo de Agua		Cruzamiento
15	Calle	15 de septiembre		Cruzamiento
16		5 de febrero		Cruzamiento
17		A España		Cruzamiento
18		Antonio Díaz Soto y Gama		Cruzamiento
19		Arbolada los Maples		Cruzamiento
20		Arboleda los Encinos		Cruzamiento
21		Bolívar		Cruzamiento
22		Bugambilias		Cruzamiento
23		Búhos		Cruzamiento
24		Camino a España		Cruzamiento
25		Camino Viejo		Cruzamiento
26		Cardenales		Cruzamiento
27		Cormoranes		Cruzamiento
28		Emiliano Zapata		Cruzamiento
29		Esmeralda		Cruzamiento
30		Estado de México		Cruzamiento
31		Estado de Morelos		Cruzamiento
32		Estado de Oaxaca		Cruzamiento
33		Estado de Querétaro		Cruzamiento
34		Fernando Montes de Oca		Cruzamiento
35		Fresas		Cruzamiento
36		Hacienda Santa Ines		Cruzamiento
37		Halcones		Cruzamiento
38		Ignacio Allende		Cruzamiento
39		Joaquin Amaro		Cruzamiento
40		Jorge Jiménez Cantú		Cruzamiento
41		Lago de Zumpango		Cruzamiento
42		Lázaro Cárdenas		Cruzamiento
43		Lechuzas		Cruzamiento
44		Lirios		Cruzamiento

Np	Tipo de infraestructura	Nombre	Ubicación	Proximidad o cruzamiento
45		Los Cipreses		Cruzamiento
46		Los Sauces		Cruzamiento
47		Luis Donaldo Colosio Murrieta		Cruzamiento
48		Luis Donaldo Colosio Riojas		Cruzamiento
49		Mandarinas		Cruzamiento
50		María Guadalupe		Cruzamiento
51		Miguel Hidalgo		Cruzamiento
52		N/D		Cruzamiento
53		Narciso Mendoza		Cruzamiento
54		Paseo América		Cruzamiento
55		Paseo de la Canela		Cruzamiento
56		Paseo de las Naciones Unidas		Cruzamiento
57		Paseo de los Continentes		Cruzamiento
58		Paseo Italia		Cruzamiento
59		Paseo Villa del Real		Cruzamiento
60		Paseos del Lago		Cruzamiento
61		Primera Hombres Ilustres		Cruzamiento
62		Quetzales		Cruzamiento
63		Rancho Centinela		Cruzamiento
64		Recursos Hidráulicos		Cruzamiento
65		Reforma		Cruzamiento
66		Vicente Suárez		Cruzamiento
67	Calzada	Calzada de Misiones		Cruzamiento
68	Camino	N/D		Cruzamiento
69	Carretera	(Los Reyes - Apaxco) - Tizayuca		Cruzamiento
70		(México - Laredo) - Zumpango – Apaxco - Limite México - Hidalgo		Cruzamiento
71		México - Pachuca		Cruzamiento
72		México - Tizayuca		Cruzamiento
73		N/D		Cruzamiento
74		T.C. (Los Reyes - El Tephé) - Tizayuca		Cruzamiento
75	Cerrada	Hacienda las Ánimas		Cruzamiento
76	Enlace	N/A		Cruzamiento
77	Glorieta	N/A		Cruzamiento
78	Retorno	N/A		Cruzamiento
79	Viaducto	Bicentenario		Cruzamiento
80	Avenida	16 de Septiembre	Ducto de abasto	Cruzamiento

Np	Tipo de infraestructura	Nombre	Ubicación	Proximidad o cruzamiento
81		5 de Febrero		Cruzamiento
82		Industria y Comercio		Cruzamiento
83		Juárez		Cruzamiento
84		San Francisco		Cruzamiento
85		4 de Junio		Cruzamiento
86	Calle	5 de Mayo		Cruzamiento
87		Agustín de Iturbide		Cruzamiento
88		Hacienda Santa Ines		Cruzamiento
89		Reforma		Cruzamiento
90	Camino	N/D		Cruzamiento
91	Carretera	(México - Laredo) - Zumpango – Apaxco - Limite México - Hidalgo		Cruzamiento
92		(México - Pachuca) - San Andrés		Cruzamiento
93		N/D		Cruzamiento
94	Enlace	N/A		Cruzamiento
95	Glorieta	N/A		Cruzamiento
96	Retorno	N/A		Cruzamiento
97	Viaducto	Bicentenario		Cruzamiento
98	Vía férrea	S/N	Ducto de abasto	Cruzamiento

Por otra parte hay dos cruzamientos con conductos en operación de la paraestatal mexicana PEMEX y que forma parte del sistema nacional de gasoductos de la SENER. Esta intersección ocurre en el sur del sector 01 “Santa Inés” del trazo del proyecto

Tabla 3.20. Proximidades con infraestructura petrolífera en el búfer de 800 metros

Np	Tipo de infraestructura	Nombre	Ubicación	Proximidad o cruzamiento
1	Ducto	Sistema Nacional de gasoductos-PEMEX	Red de tuberías	Cruzamiento
2		Sistema Nacional de gasoductos-PEMEX	Ducto de abasto	Cruzamiento

3.4.4. USO DEL SUELO

De acuerdo con el INEGI en su Serie VI de uso del y tipo de vegetación se tienen 4 diferentes usos del suelo: Urbano construido, forestal, pecuario y agrícola, a nivel de área de estudio (buffer de 800 m). De los cuales el de mayor proporción lo encontramos en el uso agrícola con 60.29 %, es decir 7,779.0551 hectáreas seguido por el urbano construido con 35.21 % y una superficie de 4,542.9904 hectáreas. Los usos menos recurrentes son el forestal con tan solo 3.50 % y el pecuario con 0.99 %;

451.9093 y 127.8734 hectáreas respectivamente. A continuación se presenta una tabla resumen de los usos encontrados y su mapa de ubicación.

Tabla 3.21. Uso del suelo en el búfer de 800 metros

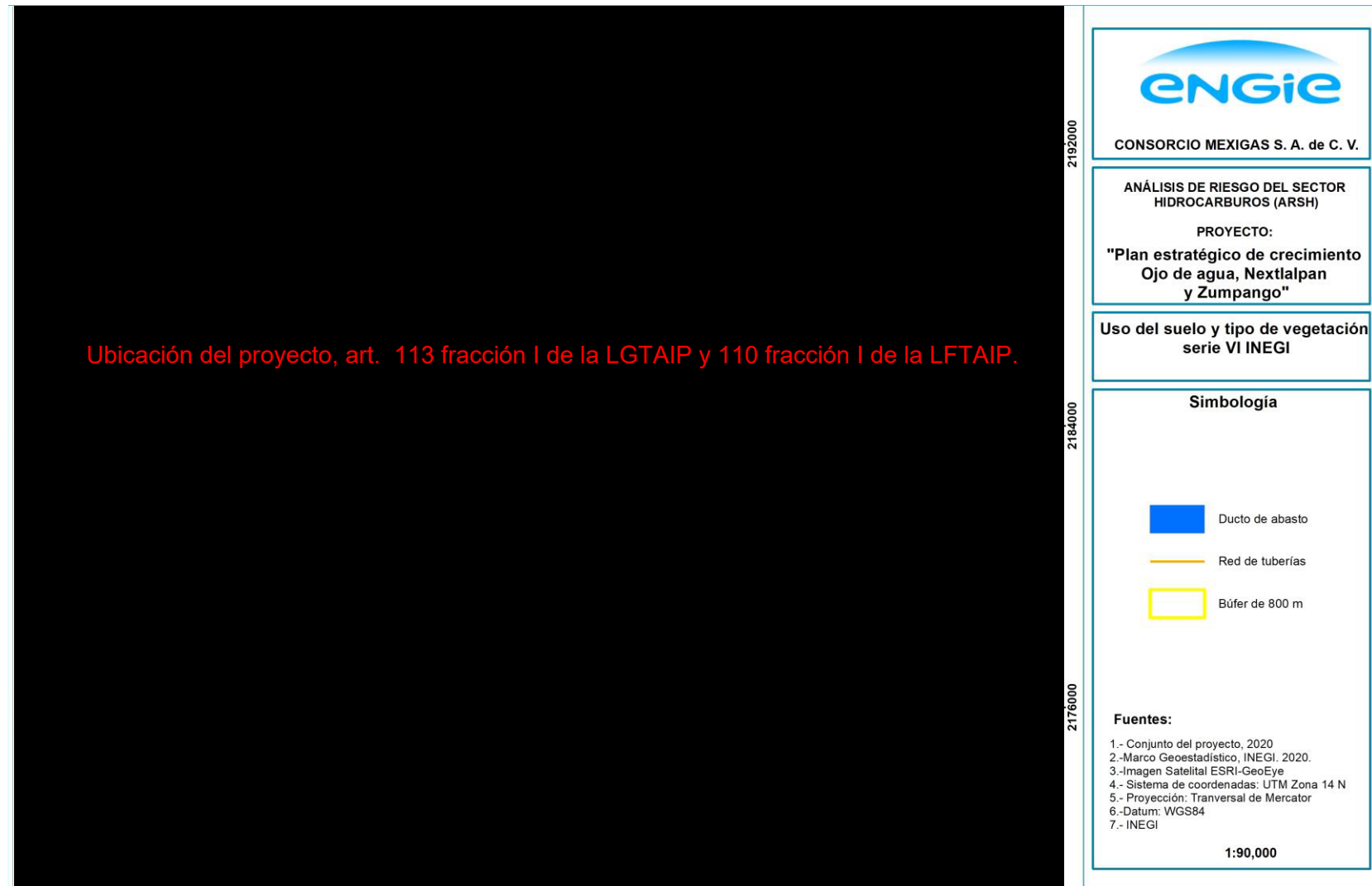
Uso del suelo	Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Proporción (%)
Urbano construido	Ah	Urbano construido (Sin vegetación)	4,542.9904	35.21
Subtotal			4,542.9904	35.21
Forestal	Ph	Pastizal halófilo	451.9093	3.50
Subtotal			451.9093	3.50
Pecuario	Pi	Pastizal inducido	127.8734	0.99
Subtotal			127.8734	0.99
Agrícola	Ras	Agricultura de riego anual y semipermanente	4,164.4311	32.28
	Ta	Agricultura de temporal anual	2,556.7177	19.82
	Tap	Agricultura de temporal anual y permanente	1,057.9062	8.20
Subtotal			7,779.0551	60.29
Total general			12,901.8281	100.00

Como se expuso en el apartado 3.2.1. de este documento, en la MIA-R, el proyecto no incide en uso forestal, sino en áreas de asentamientos humanos ya urbanizados.



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
"PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO"

Figura 3.19. Uso del suelo





ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Cabe señalar que, para efectos de los **análisis de consecuencias** realizados en el presente estudio, se tomaron los siguientes criterios o variables ambientales:

- a) Temperatura ambiental: 25°C
- b) Humedad relativa: 50%
- c) Velocidad del viento: 1.5 m/s
- d) Estabilidad Pasquill: A-B, B y F

4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

La evaluación preliminar de peligros se realizó mediante la técnica de Análisis Histórico de Accidentes.

En el manejo y operación de gasoductos utilizados para la conducción de gas natural, se propone una metodología de análisis de riesgo operativo, debido a los daños causados por fallas mecánicas y a terceras partes originadas por la extracción descontrolada de gas natural en tomas no autorizadas (tomas clandestinas), en los ductos de conducción de gas natural de las diferentes compañías abastecedoras de gas y principalmente, en ductos a cargo de **PEMEX-GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA (PGPB)**.

De los estudios y análisis realizados por dependencias con gran experiencia dentro del ramo (tal es el caso de **PEMEX**), se concluye que el factor de riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia en gasoductos es debido principalmente por daños de terceras partes, seguido de los daños por corrosión.

4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los gasoductos de **PEMEX** han sido: la inadecuada evaluación de los mismos y la falta de gestión para erradicar esta problemática, adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de distribución de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de los ductos en México.

La experiencia en México que se tiene en antecedentes de riesgo es la siguiente:

- Accidente gasoducto de gas natural de PEMEX en el estado de Guanajuato, no hubo daños personales (Fuente: El Norte 19 de septiembre de 1991).
- Accidente en gasoducto de gas amargo de PEMEX (21 de septiembre de 1991) en Cunduacán, Tabasco al estallar un ducto de 16" de diámetro, fallecieron 6 obreros de PEMEX. Este percance sucedió cuando los trabajadores realizaban actividades de corte en la línea: que transporta gas crudo, debido a que las líneas no fueron desfogadas antes de los trabajos de corte (Fuente: El Ovociones).
- Accidente en un gasoducto de 24" de gas amargo de PEMEX (6 de febrero de 1994) en Cunduacán, Tabasco que causó daños materiales a 300 m², por lo menos 15 personas con

quemaduras de segundo grado y una persona murió en el percance (Fuente: La Jornada).

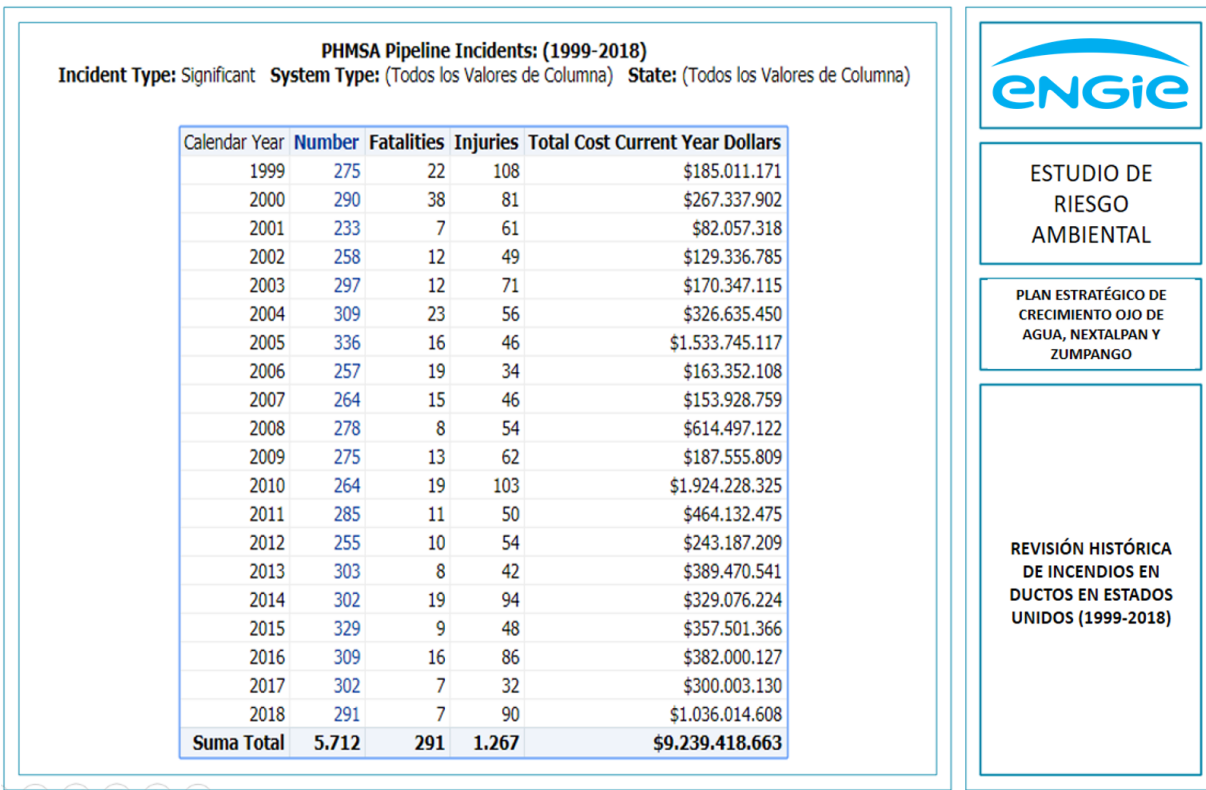
- Accidente de gasoducto de gas natural PEMEX en Guadalajara (4 de septiembre de 1995) debido a que personas golpearon el ducto por error, al confundirlo con una tubería de agua, no hubo daños materiales ni humanos (Fuente: El Norte).
- Accidente en gasoducto de 48" de gas natural en Cd. Pemex-Cactus (17 de febrero) que provocó daños materiales, muertos y heridos, se desconoce las causas del siniestro (Fuente: El Norte).
- Fuga de gas natural en Atasta-Cd PEMEX (08 de septiembre de 1996), el accidente ocurrió cuando se interconectaban un bypass, un trabajador resultó herido (Fuente: La Jornada).
- Explosión en gasoducto en San Pedro Garza García, Nuevo León. Explosión e incendio en una tubería de gas natural en una construcción cercana a la zona comercial y hotelera en el municipio de San Pedro Garza García, movilizó a elementos de Protección Civil, Bomberos de Nuevo León y unidades de las cruces Roja y Verde.
- El incendio se originó luego de una fuga de agua la que reblandeció la tierra y ocasionó la caída de un poste energía eléctrica sobre un ducto de gas de 12", lo que ocasionó la conflagración.
- El incendio se originó alrededor de las 10:00 horas, a causa del rompimiento de la tubería de gas, lo que ocasionó la explosión e incendio sobre la lateral de la avenida Lázaro Cárdenas y Diego Rivera, en el citado municipio, sin que se presenten personas lesionadas.
- Explosión en gasoducto de PEMEX en el estado de Tabasco. Una explosión se registró el 06 de abril del 2013, en un gasoducto de 16', a la altura del rancho "Águiles Serdán", en la localidad La Venta, municipio de Huimanguillo, Tabasco, con saldo de tres heridos, reportaron PEMEX y autoridades locales. La explosión fue ocasionada por el golpe de una retroexcavadora de la empresa privada FIRESA (Fuente: La Crónica.com.mx. 07 de abril del 2013)
- Fuga de gas e incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco. La fuga de gas natural fue ocasionada por el golpe de una retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones, que realizaba trabajos en el área, sin el permiso de PEMEX, indicó la paraestatal en un comunicado emitido posterior al evento (Fuente: CNN México. 19 de octubre del 2012).
- Explosión en gasoductos de PEMEX, en el municipio de Pedro Escobedo, Estado de Querétaro. La explosión fue ocasionada por una fuga de gas natural que fue detectada a la altura de la comunidad Las Postas, en un ducto de 14" correspondiente al tramo Cactus-Guadalajara, tras un percance ocasionado por una retroexcavadora que operaba en el lugar

instalando equipo de riego (Fuente: Proceso.com.mx. 28 de marzo del 2013).

- Fuga de gas natural en gasoductos de PEMEX, en el Estado de Veracruz. La fuga fue ocasionada por una pérdida de presión en seis puntos de diferentes ductos en el estado de Veracruz ocasionados por actos premeditados, por lo que de inmediato suspendió el suministro de gas natural en dichas líneas (Fuente: Frente de Trabajadores de la Energía de México. FTE México Energía).
- Fuga de gas natural en gasoducto ubicado en Ecatepec, Estado de México. Una fuga de gas natural se registró frente al centro comercial Las Américas el día 05 de septiembre del 2011. La causa fue una rompedura ocasionada por una de las máquinas que son utilizadas para la construcción de un puente peatonal (Fuente: Periódico El Universal, 06 de septiembre del 2011).
- Fuga en gasoducto ubicado en el Distrito Federal. Reportes de Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal (SSPDF) indican que los hechos tuvieron lugar en la zona que se ubica sobre la avenida Santa Ana, casi al cruce con Rosa María Sequeira, en la referida colonia de la delegación Coyoacán y que fue ocasionada por una fisura en un tubo alimentador de gas natural de 4” (Fuente: Noticias Terra TV, 11 de mayo del 2009)
- Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de Las Choapas, Veracruz (Fuente: Periódico Excelsior, 22 de octubre del 2011).
- Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila (Fuente: Periódico El Universal, 26 de enero del 2011).
- Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en la ciudad de Pachuca, Hidalgo. La fuga fue ocasionada por un acto vandálico y pudo ser detectada durante los trabajos de control que realiza PGPB (Fuente: Periódico Vanguardia, 01 de diciembre del 2010).
- Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en Cosamaloapan, Veracruz. La fuga se originó en una válvula en el Pozo de PEMEX denominado “CEHUALACA” (Fuente: Periódico Vanguardia).

Adicionalmente, se presentan datos de los últimos 20 años de incidentes ocasionados en ductos que transportan sustancias químicas peligrosas del departamento de administración de seguridad de ductos que transportan sustancias químicas y materiales peligrosos de Estados Unidos.

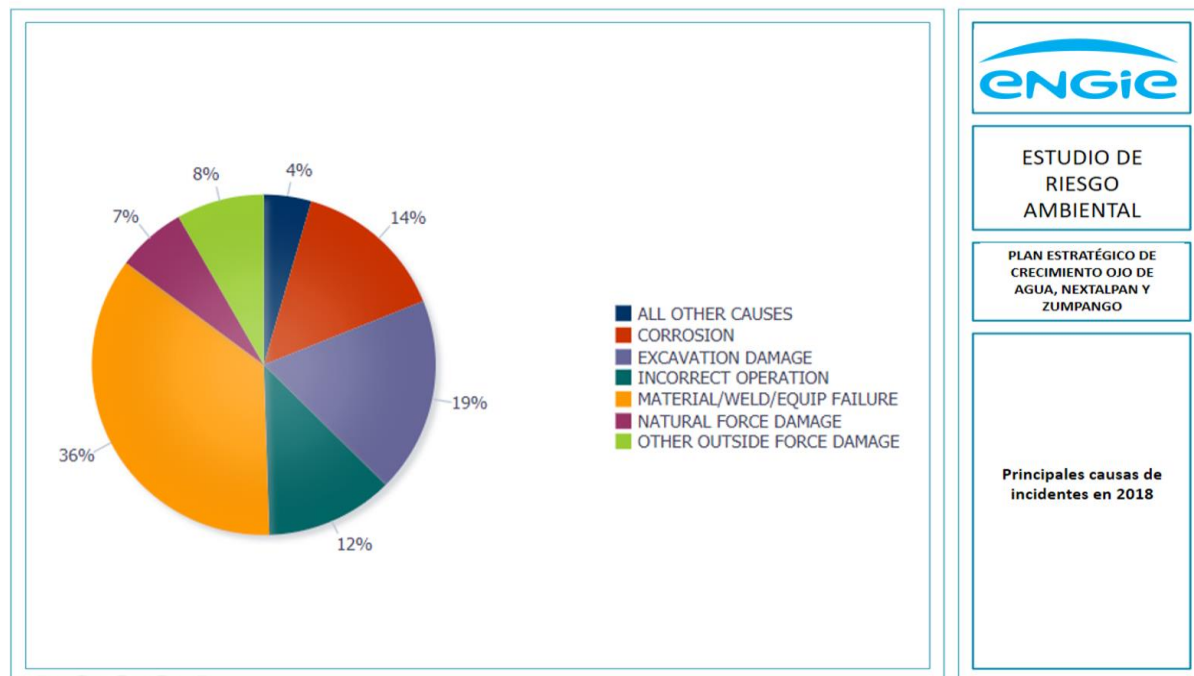
Figura 4.1. Revisión histórica de Incendios en ductos en Estados Unidos (1999-2018)¹



Así mismo, estos datos se complementan con la relación de las causas que han originado dichos incidentes, un ejemplo de ello es la figura siguiente en donde se presentan las principales causas de incidentes en 2018.

¹ US DOT Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration

Figura 4.2. Desglose de todas las causas significativas de incidentes reportados (2018)²



4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO

Para el desarrollo del análisis de riesgos, se hace necesario primero establecer los criterios de análisis y premisas con los integrantes del grupo multidisciplinario antes de dar inicio con la identificación de peligros y la jerarquización de riesgos.

Los puntos considerados para el desarrollo del análisis de riesgos fueron:

- Objetivo del análisis de riesgos.
- Alcance del análisis de riesgos.
- Para el desarrollo del análisis de riesgos se utilizó la información siguiente:
 - Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI).
 - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP).
 - Planos de la distribución de GN.
 - Memoria Técnica Descriptiva del Plan Estratégico.
 - Documentos técnicos de la distribución de GN

² US DOT Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration

A continuación, se describen las premisas, consideraciones y criterios específicos para cada una de las etapas que abarcó este análisis:

4.1.3.1. Análisis de riesgo cualitativo

El análisis cualitativo contempla la realización de dos etapas principales:

- ✓ Identificación de peligros.
- ✓ Análisis y evaluación de riesgos.

Los puntos considerados para el desarrollo del análisis cualitativo fueron:

- ✓ Conformación del GMAER. Para el caso del presente ERA, el GMAER se integra con personal de la compañía operadora (seguridad, operación y mantenimiento) y personal especialista en análisis de riesgos.
- ✓ BmasF presentó las metodologías para el desarrollo del análisis de riesgos en sus diferentes etapas: la identificación de peligros mediante la metodología ¿Qué pasa si...? y la jerarquización de riesgos mediante magnitud de riesgos.
- ✓ Objetivo del análisis de riesgos.
- ✓ Alcance del análisis de riesgos.
- ✓ Para el desarrollo del análisis de riesgos se utilizó información del paquete tecnológico generado en el proyecto, consistente en diagramas de flujo, esquemáticos de la distribución, Memoria Técnica Descriptiva del Plan Estratégico y criterios de diseño.

A continuación, se indican los criterios para cada una de estas etapas:

Identificación de peligros

Considerando la fase del proceso, tipo de información disponible y conocimiento de las metodologías de identificación de peligros, se seleccionó la metodología ¿Qué pasa si...? para el desarrollo de este análisis.

Análisis ¿Qué pasa si...? (What If...?)

La metodología del análisis ¿Qué pasa si...? es una revisión creativa a una lluvia de ideas de un proceso u operación. El analista de riesgos revisa el proceso o actividad en las reuniones que giran alrededor de los temas de seguridad identificados por el analista. Cada miembro del grupo multidisciplinario de análisis de riesgos es animado a formular preguntas ¿Qué pasa si...? o traer a la mesa de discusión temas específicos que les preocupan. La metodología de análisis ¿Qué pasa si...? puede ser usada para revisar virtualmente cualquier aspecto del diseño de la instalación y operación. Es una metodología de análisis de riesgos muy poderosa si el personal que analiza tiene experiencia, de otra manera los resultados serán probablemente incompletos. El análisis ¿Qué pasa si...? de

sistemas simples puede fácilmente ser dirigido por una o dos personas; un proceso más complejo demanda de un equipo más grande y más reuniones o bien más largas.

Un análisis ¿Qué pasa si...? generalmente revisa el proceso, empezando con la introducción del material alimentado y siguiendo el flujo hasta el final del proceso (o el límite definido por el alcance del analista). Los análisis ¿Qué pasa si...? pueden también centrarse en un tipo particular de consecuencia (seguridad personal, seguridad pública o seguridad ambiental). El resultado de un análisis ¿Qué pasa si...? generalmente direcciona a situaciones potenciales de accidentes implicadas por las preguntas y temas propuestos por el equipo. Estas preguntas y temas generalmente sugieren las causas específicas para la identificación de situaciones de accidente. Un ejemplo de pregunta ¿Qué pasa si...? es:

- ✓ ¿Qué pasa si el material está en la concentración incorrecta?

Las preguntas y las respuestas, incluyendo los peligros, consecuencias, medidas de seguridad y posibles soluciones para los temas importantes son documentadas para su posterior análisis.

La información necesaria para el análisis ¿Qué pasa si...? incluye la descripción del proceso, diagramas de tubería e instrumentación, dibujos y procedimientos de operación. Es importante que toda la información esté disponible para el grupo multidisciplinario de análisis de riesgos, preferiblemente antes de las reuniones del grupo.

Si una planta existente es revisada, el equipo revisor puede entrevistar adicionalmente a personal responsable de las operaciones, mantenimiento, instalaciones u otros servicios. Además, si el grupo está llevando a cabo la reunión ¿Qué pasa si...? del análisis en sitio, ellos pueden visitar la planta para obtener una mejor idea de las instalaciones, construcción y operación. Así, antes de que la revisión comience, las visitas y entrevistas deben ser concertadas.

La última parte es la preparación de algunas preguntas preliminares para el análisis ¿Qué pasa si...? para las juntas de análisis. Si este análisis es una actualización de una revisión anterior o una revisión de una modificación de la planta, cualquier pregunta listada en el reporte del estudio previo puede ser usada. Para plantas nuevas o aplicaciones de primera vez, las preguntas preliminares deben ser desarrolladas por los miembros del equipo antes de las reuniones, a pesar de que las preguntas adicionales formuladas durante las reuniones son esenciales. El pensamiento de causa y efecto usado en otros tipos de estudios pueden ayudar a formular las preguntas.

Las reuniones de revisión deben empezar con una explicación básica del proceso dado por el personal de la planta quienes tienen todo el conocimiento de esta y de sus procesos. La presentación debe también describir las medidas de seguridad de la planta, equipo de seguridad y procedimientos de control de salud.

El proceso es revisado por los miembros del grupo quienes comentan las principales preocupaciones

de seguridad. Sin embargo, el equipo puede no limitarse para preparar preguntas ¿Qué pasa si...?. En lugar de eso, ellos deben usar su experiencia combinada con la interacción de equipo para articular cualquier tema que ellos crean necesario para asegurar que la investigación es rigurosa. El equipo no debe presionarse y no debe trabajar muchas horas consecutivamente. Idealmente, un equipo debe reunirse por no más de seis horas por día. Las reuniones del equipo ¿Qué pasa si...? que duren más de una semana consecutiva no son deseables.

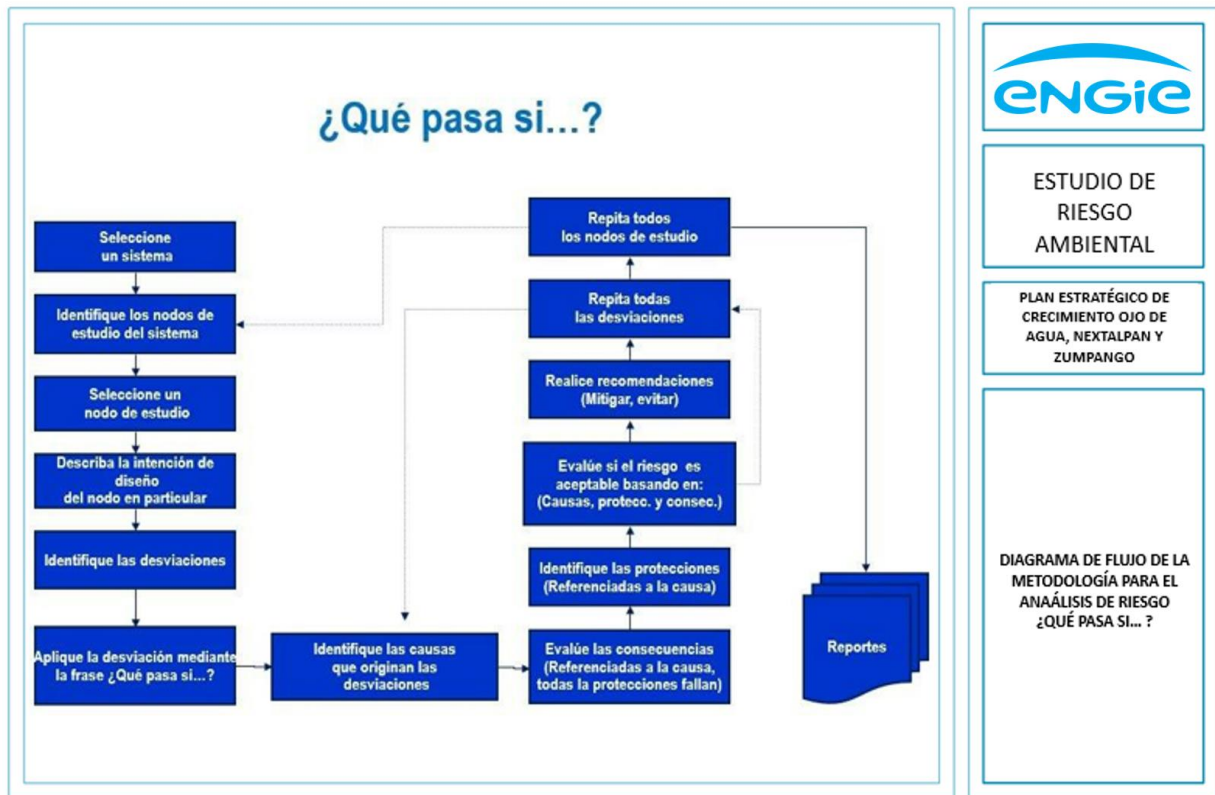
Hay dos maneras de que las reuniones pueden ser llevadas a cabo. Una de ellas a veces preferida es primero listar los temas de seguridad y preguntas, entonces empezar a considerarlas. Otra manera es considerar cada pregunta y tema al mismo tiempo, con el equipo determinando lo significativo de cada situación. Ambas maneras pueden funcionar, pero es preferible listar las preguntas antes de responderlas para prevenir interrupciones al momento creativo del grupo. Si el proceso es complejo o largo, puede ser dividido en pequeños segmentos así el equipo no gasta varios días consecutivos solo en listar las preguntas. A veces, el equipo pensará en preguntas adicionales como resultado de sus consideraciones iniciales.

Inicialmente, el líder del equipo debe delinear el alcance propuesto del estudio y el equipo debe de estar de acuerdo con él. El equipo generalmente procede desde el principio del proceso hasta el final de este, aunque el líder en evaluación de riesgos puede ordenar el análisis en cualquier orden lógico que se ajuste a las necesidades. Entonces las respuestas del equipo se direccionan a un tema o se indica que se requiere más información e identifica el peligro, consecuencias potenciales, medidas de seguridad y posibles soluciones. En el proceso, se añaden nuevas preguntas ¿Qué pasa si...? Se vuelven aparentes durante el análisis. Algunas veces las respuestas propuestas son desarrolladas por individuos fuera de la reunión inicial y se realizan modificaciones.

Como en cualquier estudio, la documentación es la clave para transformar los hallazgos del equipo en medidas de prevención, mitigación o reducción del peligro. Generalmente una hoja de trabajo ¿Qué pasa si...? se documenta en forma de tabla. Esto hace la documentación más fácil y organizada. Además, para completar las tablas el equipo de evaluación de riesgos generalmente desarrolla una lista de sugerencias para mejorar la seguridad del proceso de análisis basado en resultados tabulares de análisis ¿Qué pasa si...? Algunas compañías documentan sus análisis con un estilo narrativo en lugar de una tabla.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo del proceso de la metodología ¿Qué pasa si...? que se aplicó para este análisis. Cabe mencionar que se aplicó la modalidad de desviación por desviación (DBD).

Figura 4.3. Diagrama de flujo para la aplicación de la metodología



A continuación, se presentan los resultados de las metodologías aplicadas y descritas en el punto anterior.

El análisis cualitativo se realizó identificando los peligros y evaluando los riesgos de cada una de los nodos seleccionados. A continuación, se presentan los nodos que conformaron el análisis.

- Nodo 1: Alimentación de GN a ERM-1.
- Nodo 2: Alimentación de GN a ERM-3.
- Nodo 3: Alimentación de GN a ERM-2.
- Nodo 4: Alimentación de GN a ERM-9.
- Nodo 5: Red de distribución a baja presión al Sector 1.
- Nodo 6: Red de distribución a baja presión al Sector 3.
- Nodo 7: Red de distribución a baja presión al Sector 2.
- Nodo 8: Red de distribución a baja presión al Sector 9.

- Nodo 9: Red de distribución a baja presión al Sector 10.

Una vez identificados los sistemas (nodos) y subsistemas de estudio, se procedió a ingresar información a las hojas de trabajo para documentar las reuniones multidisciplinarias, en conjunto con el grupo multidisciplinario de análisis y evaluación de riesgos (GMAER).

La reunión de identificación de peligros y jerarquización de riesgos se realizó el día 26 de noviembre de 2020.

Se analizaron un total de 9 sistemas (nodos) empleando la metodología ¿Qué pasa si...?.

Las sesiones de trabajo se documentaron en el formato para ¿Qué pasa si...? y que a continuación se presenta.

Figura 4.4. Formato para documentar la metodología ¿Qué pasa si...?

Nombre del Estudio: Análisis de Riesgos de Proceso del Pozo Icarani-120P					Rev:		Hoja:		1							
Organismo / Centro de Trabajo / Planta o área de Trabajo: Activo de Exploración Áreas Terrestres																
Sistema / Subsistema: Etapa 26" (TR de 20") Perforando					Equipo Multidisciplinario:		Anexo lista GMAER		Fecha: 21/08/2018							
Intención / Condiciones de diseño:					Referencia documental:		Anexo lista de información solicitada y entregada									
No.	Que pasa si...?	Causa (s)	Consecuencias	Salvaguardas / Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones / Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				MR
						Pe	Po	Am	Pr/Ins			Pe	Po	Am	Pr/Ins	



ESTUDIO DE
RIESGO
AMBIENTAL

PLAN ESTRATÉGICO DE
CRECIMIENTO OJO DE
AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO

Formato para
documentar la
metodología ¿Qué
pasa si...?

4.1.3.2. Resultados

En el **Anexo D** se presentan las hojas de trabajo de la aplicación de la metodología de identificación de peligros y jerarquización de riesgos mediante la metodología ¿Qué pasa si...?

A continuación, se presentan los escenarios de riesgo elegidos por el líder de ARP.

4.1.4. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

Una vez desarrollada la etapa de identificación de peligros, generalmente se determina el riesgo asignando un valor de frecuencia y un valor de consecuencia.

La jerarquización de riesgos tiene como objetivo ordenar los escenarios de peligro previamente identificados de mayor a menor riesgo, con la finalidad de optimizar la implementación de acciones para su control o minimización de sus efectos. Existen varias técnicas de jerarquización que, conforme a la información disponible, se recomienda su utilización.

Para este análisis de riesgos, se utilizó la jerarquización de riesgos de acuerdo con los criterios establecidos por el cliente (basados en la metodología FINE) y cuyo resultado es una magnitud de Riesgo basados en determinar un valor de probabilidad (P), daño (D) y exposición (E), con la siguiente formula:

$$MR = P \times D \times E$$

Donde:

MR = Magnitud de riesgo

P = Probabilidad

D = Daño

E = Exposición

A continuación, se presentan los criterios para determinar las categorías de probabilidad, los criterios para determinar las categorías de daño, las categorías de exposición, así como los criterios de la magnitud de riesgo (MR), que se utilizan para realizar el presente análisis de riesgos.

Categorización

Categorización de **Probabilidad**: A continuación, se presentan los criterios de ponderación de probabilidad.

Tabla 4.1. Tabla de categorización de probabilidad

Probabilidad	Descripción
0.1	No hay posibilidad de que ocurra
0.2	Prácticamente imposible
0.5	No es muy probable que ocurra
1	Improbable hasta cierto punto
3	Inusual pero posible
6	Muy posible
10	Seguro

Categorización de **Daños**: A continuación, se presentan los criterios de ponderación de daños.

Tabla 4.2. Tabla de categorización de daños

Daño	Descripción
1	Mínimo, lesión menor sin incapacidad.
2	Lesión importante con incapacidad.
7	Seria, incapacidad permanente o enfermedad crónica con incapacidad parcial.
15	Muy seria, 1 víctima
40	Desastre, varias víctimas

Categorización de **Exposición**: A continuación, se presentan los criterios de ponderación de exposición.

Tabla 4.3. Tabla de categorización de exposición

Exposición	Descripción
0.5	Muy raro (1 por año)
1	Casi nunca (2 o > por año)
2	A veces (1 por mes)
3	Ocasionalmente (1 por semana)
6	Regularmente (1 por día)
10	Constantemente

Criterios de la magnitud de riesgos: A continuación, se presentan los niveles de riesgo en base la magnitud de riesgos.

Tabla 4.4. Tabla de niveles de riesgo en base a la magnitud de riesgo

> 401	Riesgo altísimo, se considera detener el proceso
201 - 400	Riesgo alto, mejora inmediata requerida
71 - 200	Riesgo elevado, mejora requerida
21 - 70	Riesgo posible, vigilancia requerida
0.05 - 20	Riesgo aceptable

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la jerarquización efectuada.

Tabla 4.5. Resultados de la jerarquización efectuada

No.	¿Qué pasa si...?	Consecuencias	Causa (s)	P	E	D	Aceptación del riesgo	R
1.9	Se presenta un incendio / explosión	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
2.9	Se presenta un incendio / explosión	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones /	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

		equipo 4. Pérdidas económicas						
3.9	Se presenta un incendio / explosión	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
4.9	Se presenta un incendio / explosión	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
5.9	Se presenta un incendio	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
6.9	Se presenta un incendio	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
7.9	Se presenta un incendio	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
8.9	Se presenta un incendio	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
9.9	Se presenta un incendio	1. Daños al personal / comunidad 2. Daños al medio ambiente 3. Daños a las instalaciones / equipo 4. Pérdidas económicas	1. Fuga asociada a un punto de ignición	3	0.5	40	Riesgo posible	60
1.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo 3. Corrosión /erosión	6	2	2	Riesgo posible	24
2.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo 3. Corrosión /erosión	6	2	2	Riesgo posible	24
3.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo 3. Corrosión	6	2	2	Riesgo posible	24

		4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	/erosión					
4.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo 3. Corrosión /erosión	6	2	2	Riesgo posible	24
5.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	6	2	2	Riesgo posible	24
6.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	6	2	2	Riesgo posible	24
7.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	6	2	2	Riesgo posible	24
8.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	6	2	2	Riesgo posible	24
9.7	Se presenta una fuga	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	6	2	2	Riesgo posible	24
1.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
2.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
3.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

		3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas						
4.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
5.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión2. Daños al personal / comunidad3. Daños al medio ambiente4. Daños a las instalaciones / equipo5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
6.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
7.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
8.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
9.8	Se presenta una ruptura	1. Incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Movimiento telúrico 2. Golpe externo	3	1	7	Riesgo posible	21
1.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
1.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
2.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
2.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
3.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
3.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

4.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Mayor presión de la alimentación 2. Taponamiento de filtros	3	6	1	Riesgo aceptable	18
4.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
4.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
5.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Falla de alguna PCV	3	6	1	Riesgo aceptable	18
5.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 4" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
5.3	Se presenta mayor flujo	1. Mayor presión (Ver mayor presión)	1. Falla de alguna PCV	3	6	1	Riesgo aceptable	18
5.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 4" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
6.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Falla de alguna PCV	3	6	1	Riesgo aceptable	18
6.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 8" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
6.3	Se presenta mayor	1. Mayor presión (Ver mayor	1. Falla de alguna	3	6	1	Riesgo	18



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

	flujo	presión)	PCV				aceptable	
6.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 8" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
7.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Falla de alguna PCV	3	6	1	Riesgo aceptable	18
7.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 4" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
7.3	Se presenta mayor flujo	1. Mayor presión (Ver mayor presión)	1. Falla de alguna PCV	3	6	1	Riesgo aceptable	18
7.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 4" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
8.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Falla de alguna PCV	3	6	1	Riesgo aceptable	18
8.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 6" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
8.3	Se presenta mayor flujo	1. Mayor presión (Ver mayor presión)	1. Falla de alguna PCV	3	6	1	Riesgo aceptable	18

8.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de alguna válvula manual de 6" del sistema de medición (por error humano o falla propia)	3	6	1	Riesgo aceptable	18
9.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Mayor presión en el suministro	3	6	1	Riesgo aceptable	18
9.2	Se presenta menor presión	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de la válvula V1S10	3	6	1	Riesgo aceptable	18
9.3	Se presenta mayor flujo	1. Mayor presión (Ver mayor presión)	1. Mayor presión en el suministro	3	6	1	Riesgo aceptable	18
9.4	Se presenta menor flujo	1. Pérdidas económicas	1. Fuga (Ver escenario de fuga) 2. Falta de alimentación 3. Cierre de la válvula V1S10	3	6	1	Riesgo aceptable	18
1.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Mayor presión de la alimentación 2. Taponamiento de filtros	1	6	1	Riesgo aceptable	6
1.3	Se presenta mayor flujo	1. Mayor presión (Ver mayor presión)	1. Mayor flujo de la alimentación	1	6	1	Riesgo aceptable	6
2.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Mayor presión de la alimentación 2. Taponamiento de filtros	1	6	1	Riesgo aceptable	6
2.3	Se presenta mayor flujo	1. Mayor presión (Ver mayor presión)	1. Mayor flujo de la alimentación	1	6	1	Riesgo aceptable	6
3.1	Se presenta mayor presión	1. Fuga con posibilidad de incendio y/o explosión 2. Daños al personal / comunidad 3. Daños al medio ambiente 4. Daños a las instalaciones / equipo 5. Pérdidas económicas	1. Mayor presión de la alimentación 2. Taponamiento de filtros	1	6	1	Riesgo aceptable	6
3.3	Se presenta mayor	1. Mayor presión (Ver mayor	1. Mayor flujo de la	1	6	1	Riesgo	6

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

	flujo	presión)	alimentación				aceptable	
4.3	Se presenta mayor flujo	1. Mayor presión (Ver mayor presión)	1. Mayor flujo de la alimentación	1	6	1	Riesgo aceptable	6
1.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
1.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
2.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
2.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
3.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
3.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
4.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
4.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
5.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
5.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
6.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
6.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
7.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
7.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
8.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
8.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
9.5	Se presenta mayor temperatura	Este escenario presenta consecuencias de interés en caso de incendio. Ver escenario de incendio.		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25
9.6	Se presenta menor temperatura	Sin consecuencias de interés		0.5	0.5	1	Riesgo aceptable	0.25

Se analizaron 9 nodos. De este análisis, resultaron 81 escenarios, a los cuales se analizaron y evaluaron los riesgos. A continuación, se presenta un resumen de los resultados de la evaluación y jerarquización de los escenarios de riesgo identificados de acuerdo con su nivel de riesgo.

> 401	0	0.00 %
201 - 400	0	0.00 %
71 - 200	0	0.00 %
21 - 70	27	33.33 %
0.05 - 20	54	66.67 %

Como se puede observar, el total de los 81 escenarios de riesgo se ubican en la región aceptable de

riesgo (color verde). Considerando los resultados de la jerarquización efectuada, el líder de Análisis de Riesgos selecciona los escenarios con las mayores condiciones de operación que pudieran ocasionar los mayores efectos, para considerar las posibles afectaciones hacia el personal, medio ambiente e instalación en caso de existir una fuga y/o incendio en el área de proceso y se realiza un análisis de consecuencias a dichos escenarios.

A continuación, se presentan los escenarios de riesgo elegidos por el líder de ARP.

Tabla 4.6. Escenarios de riesgo seleccionados

Clave del escenario	Referencia ¿Qué pasa si...?	Tipo	Nombre del escenario	Nombre de la sustancia peligrosa	Inventario
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	N1.7 N1.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 1 (ERM-01)	GN	275.05 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	N3.7 N3.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 2 (ERM-02)	GN	68.27 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	N2.7 N2.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ERM-03)	GN	1478.48 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	N4.7 N4.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 9 (ERM-09)	GN	585.5 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	N5.7 N5.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 1	GN	275.05 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	N7.7 N7.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 2	GN	68.27 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	N6.7 N6.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	GN	1478.48 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	N8.7 N8.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 9	GN	585.5 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	N9.7 N9.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 10	GN	70.23 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	N6.8	EPC	Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	GN	1478.48 m ³

4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

4.2.1. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

4.2.1.1. Árbol de fallas

El método de análisis del “Árbol de fallas” (FTA: Fault tree analysis) fue concebido y utilizado por vez primera en 1962 por H. A. Watson, de Bell telephone laboratories, en relación con un contrato de

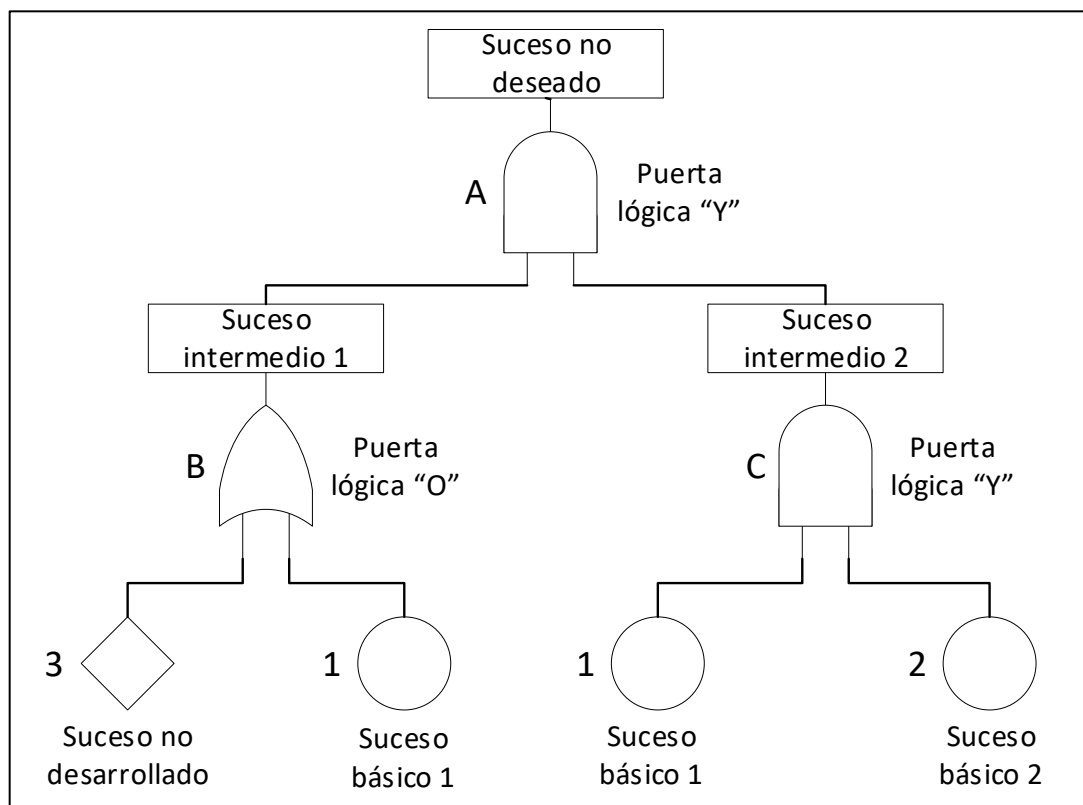
Air Force para evaluar las condiciones de seguridad de los sistemas de tiro de los misiles ICBM Minuteman.

A partir de ese momento, esta técnica de análisis de riesgos ha sido profusamente utilizada y perfeccionada por parte de instalaciones nucleares, aeronáuticas y espaciales, extendiéndose después su empleo para la evaluación de riesgos a las industrias electrónica, química, petroquímica, etc.

Descripción del método

Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea un suceso de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.) para averiguar en ambos casos los orígenes de estos.

Figura 4.5. Representación gráfica del Árbol de fallas



Fuente: NTP 333: Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del "árbol de fallos y errores".

Seguidamente, de manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del “evento a evitar”, conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el punto de unión entre niveles la existencia de “operadores o puertas lógicas”. El árbol se desarrolla en sus

distintas ramas hasta alcanzar una serie de “sucesos básicos”, denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un “suceso no desarrollado” en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

Los nudos de las diferentes puertas y los “sucesos básicos o no desarrollados” deben estar claramente identificados.

Estos “sucesos básicos o no desarrollados” que se encuentran en la parte inferior de las ramas del árbol se caracterizan por los siguientes aspectos:

- ✓ Son independientes entre ellos.
- ✓ Las probabilidades de que acontezcan pueden ser calculadas o estimadas.

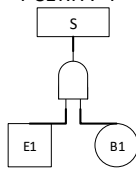
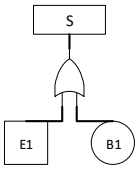
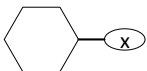
Para ser eficaz, un análisis por Árbol de fallas debe ser elaborado por personas profundamente conocedoras de la instalación o proceso a analizar y que a su vez conozcan el método y tengan experiencia en su aplicación; por lo que, si se precisa, se deberán constituir equipos de trabajo pluridisciplinarios (técnico de seguridad, ingeniero del proyecto, ingeniero de proceso, etc.) para proceder a la reflexión conjunta que el método propicio.

4.2.1.2. Desarrollo del árbol

Prefijado el “evento que se pretende evitar” en el sistema a analizar, se procede descendiendo escalón a escalón a través de los sucesos inmediatos o sucesos intermedios hasta alcanzar los sucesos básicos o no desarrollados que generan las situaciones que, concatenadas, contribuyen a la aparición del “suceso no deseado”.

Para la representación gráfica de los árboles de fallas y con el fin de normalizar y universalizar la representación se han elegido ciertos símbolos que se representan en la siguiente tabla.

Tabla 4.7. Símbolos utilizados para la representación del árbol de fallas

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO DEL SÍMBOLO
	SUCESO BÁSICO. No requiere de posterior desarrollo al considerarse un suceso de fallo básico.
	SUCESO NO DESARROLLADO. No puede ser considerado como básico, pero sus causas no se desarrollan, sea por falta de información o por su poco interés.
	SUCESO INTERMEDIO. Resultante de la combinación de sucesos más elementales por medio de puertas lógicas. Así mismo, se representa en un rectángulo el “suceso no deseado” del que parte todo el árbol.
	PUERTA “Y”  El suceso de salida (S) ocurrirá si, y sólo si ocurren todos los sucesos de entrada (E1 B1).
	PUERTA “O”  El suceso de salida (S) ocurrirá si ocurren uno o más de los sucesos de entrada (E1 B1).
	SÍMBOLO DE TRANSFERENCIA. Indica que el árbol sigue en otro lugar.
	PUERTA “Y” PRIORITARIA. El suceso de salida ocurrirá si, y sólo si todas las entradas ocurren en una secuencia determinada, que normalmente se especifica en una elipse dibujada a la derecha de la puerta.
	PUERTA “O” EXCLUSIVA. El suceso de salida ocurrirá si lo hace una de las entradas, pero no dos o más de ellas.
	PUERTA DE INHIBICIÓN. La salida ocurrirá si, y sólo si lo hace su entrada y además se satisface una condición dada (X).

Fuente: NTP 333: Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del "árbol de fallos y errores"

Si alguna de las causas inmediatas contribuye directamente por sí sola en la aparición de un suceso anterior, se conecta con él mediante una puerta lógica del tipo “O”.

Si son necesarias simultáneamente todas las causas inmediatas para que ocurra un suceso, entonces éstas se conectan con él mediante una puerta lógica del tipo “Y”.

Explotación del árbol

La explotación de un árbol de fallas puede limitarse a un tratamiento “cualitativo” o acceder a un segundo nivel de análisis a través de la “cuantificación” cuando existen fuentes de datos relativas a las tasas de fallo de los distintos componentes.

Evaluación cualitativa

Consiste en analizar el árbol sobre el plano de su estructura lógica para poder determinar las combinaciones mínimas de sucesos básicos que hagan que se produzca el suceso no deseado o evento que se pretende evitar (noción de "conjunto mínimo de fallos").

Además, la estructura lógica de un árbol de fallas permite utilizar el álgebra de Boole, traduciendo esta estructura a ecuaciones lógicas. Para ello se expone muy brevemente tal sistema de equivalencia lógica:

- ✓ Una puerta "O" equivale a un signo "+", no de adición sino de unión en teoría de conjuntos.
- ✓ Una puerta "Y" equivale a un signo "." equivalente a la intersección.

Evaluación cuantitativa

Precisa conocer la indisponibilidad o probabilidad de fallo de aquellos sucesos que en el árbol se representan en un círculo (sucesos básicos) y determinar valores probabilísticos de fallo a aquellos sucesos que se representan en un rombo (sucesos no desarrollados).

Según el modo en que ha fallado el componente, se calcula la probabilidad de fallo de este en función de la tasa de fallo que se puede obtener en bancos de datos y, fundamentalmente, de la propia experiencia. Existe, asimismo, información que nos proporciona datos estimativos sobre tasas de errores humanos que permite asignar valores probabilísticos a su ocurrencia.

El conocimiento de los valores de probabilidad de los sucesos primarios (básicos o no desarrollados) permite:

- ✓ Determinar la probabilidad global de aparición del “suceso no deseado” o “evento que se pretende evitar”.
- ✓ Determinar las vías de fallo más críticas, es decir, las más probables entre las combinaciones de sucesos susceptibles de ocasionar el “suceso no deseado”.

Para la valoración de la probabilidad global de aparición del “suceso no deseado” se realizan los siguientes pasos:

- ✓ Se asignan valores probabilísticos a los sucesos primarios.
- ✓ Se determinan las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la aparición del “suceso no deseado”: establecimiento de los “conjuntos mínimos de fallos”.

- ✓ Se calcula la probabilidad de cada una de las vías de fallo representada por los conjuntos mínimos de fallos, la cual es igual al producto (intersección lógica en álgebra de Boole) de las probabilidades de los sucesos primarios que la componen.
- ✓ Se calcula la probabilidad de que se produzca el “acontecimiento final”, como la suma de las probabilidades (unión lógica de todos los N conjuntos mínimos de fallo en álgebra de Boole) de los conjuntos mínimos de fallo, como límite superior, ya que matemáticamente debería restarse la intersección de éstos.

En el **Anexo E** se presenta el árbol de fallas.

4.2.2. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Los análisis de consecuencias se desarrollaron tomando de referencia los criterios indicados en la guía para elaboración de ARSH emitida por la ASEA. Siguiendo estos criterios, se determinan los escenarios del caso más probable (ECM), escenario del peor caso (EPC) y escenarios de caso alternativo (ECA).

4.2.2.1. Descripción del modelo utilizado para la simulación de los eventos máximos.

Todas las simulaciones de consecuencias se realizaron con el software PHAST versión 8.23, desarrollado por DNV.

El análisis de consecuencias es usado para estimar la magnitud o los efectos adversos hacia el personal, población, impactos ambientales, a una instalación, equipos, o pérdidas económicas, asociado con accidentes que involucran materiales peligrosos (tóxicos, inflamables, explosivos, etc.). Este análisis se realiza mediante el uso de un modelo de dispersión, explosión, fuego y liberación de productos. La presencia de materiales peligrosos dentro de una instalación o planta de proceso puede resultar en eventos no deseados tales como; un chorro de fuego (jetfire), una alberca de fuego (pool fire), un flamazo (flash fire), la explosión de una nube de vapor o en un BLEVE (Boiling liquid expanding vapour explosión, por sus siglas en inglés). Dichos eventos se deben prevenir y en un momento dado poder mitigarlos cuando se presente el evento.

El uso del simulador de consecuencias PHAST permitió modelar los eventos arriba mencionados, el resultado de estas simulaciones se analizó y se identificaron los radios de afectación de un evento, midiendo así la magnitud de los eventos. A continuación, se muestra la metodología y la simulación para realizar el análisis de consecuencias.

1. Efectuar la descripción del proceso: en este paso se describe el flujo del proceso.
2. Identificar los materiales de proceso: todos los componentes o productos que se manejan dentro del proceso, con sus respectivas propiedades fisicoquímicas.

3. Identificar las condiciones climatológicas: como temperaturas atmosféricas, dirección y velocidad del viento, etc., del sitio donde se encuentra la instalación en estudio.
4. Identificar los parámetros de proceso: en sus condiciones normales, máximas y mínimas de operación.
5. Establecer los escenarios de peligro a modelar: ya sea fuego, liberación de productos, explosión o dispersión de gases.
6. Documentar todos los pasos anteriores (se emplea un formato para documentación. Ver **Anexo F1**).
7. Ejecutar la modelación para un escenario de peligro en particular: mediante la aplicación del procedimiento que se encuentra en la guía del usuario del simulador de consecuencias PHAST (versión 8.23).
8. Efectuar un análisis de los resultados arrojados por el simulador de consecuencias: en donde se debe identificar cuáles son los radios de afectación, los radios de amortiguamiento y los radios de las que serían zonas seguras.
9. Emitir recomendaciones y conclusiones: éstas se harán con base en los resultados obtenidos y su análisis (en su caso).
10. Documentar la memoria de cálculo arrojada por el simulador PHAST versión 8.23.

Considerando los criterios de la guía ARSH (numeral 5.4.2.2 incisos a), b) y c)), para fugas o derrames en líneas de proceso o ductos, los ECM y ECA se simularon considerando el 20% del diámetro del ducto o línea, mientras que, para los EPC se simuló su ruptura total (100% del diámetro del ducto).

A continuación, se indican los valores umbrales y descripción de los eventos para cada uno de los efectos que pudieran presentarse, es decir, para este caso y en base a las propiedades del GN, pudieran presentarse una explosión (sobrepresión) y/o un incendio (radiación térmica).

Tabla 4.8. Valores umbrales y descripción del evento de sobrepresión ^{3,4,5,6,7,8}

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
1.379	0.00138	0.138	0.02	Ruido molesto (137 dB de frecuencia: 10 – 15 Hz).
2.0	0.002	0.2	0.03	Rotura ocasional de cristales grandes sometidos a tensión.

³ Análisis y reducción de riesgos en la industria química, MAPFRE

⁴ AIChE, Series Today

⁵ Unidad De Normatividad Técnica De Pemex Exploración y Producción, Especificación Técnica para Proyecto de Obras P,2,0431,02 Sistemas de Quemadores (FLARE SYSTEMS), emitida por la Subdirección de Tecnología y Desarrollo Profesional; febrero, 2001; Primera Edición

⁶ Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España; instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo; NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases; NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: método Probit

⁷ Guidelines for chemical process quantitative risk analysis; New York, american institute of chemical engineers, 1989, 585 págs,

⁸ Loss prevention in the process industries Londres, Butterworths, 1980, 2 vols, 1316 págs,

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
2.01	0.0021	0.201	0.029	Rotura ocasional de cristales grandes.
2.75	0.003	0.275	0.040	Ruido fuerte (143 dB). Rotura de cristales por la onda sonora.
6.9	0.0069	0.69	0.1	Rotura de cristales pequeños sometidos a tensión.
7.0	0.007	0.7	0.102	Rotura ocasional de cristales pequeños sometidos a tensión.
10.342	0.01034	1.034	0.15	Presión típica para rotura de cristales.
20.684	0.02068	2.068	0.30	Límite inferior de lanzamiento de proyectiles. 95.0 % de probabilidad de no sufrir daños serios por debajo de este valor. Daños menores en techos de casas. Rotura de ventanas (10 %).
27.6	0.0276	2.76	0.40	Daño estructural secundario, límite menor.
34.0	0.034	3.4	0.493	Rotura del 90 % de los cristales. Destrucción de ventanas con daños en marcos.
34.5	0.0345	3.45	0.5	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Daños menores a techos de casa. Daños estructurales menores.
34.5 – 68.948	0.0345 – 0.06894	3.45 – 6.8948	0.50 – 1.0	Ventanas grandes y pequeñas generalmente hechas añicos. Posible daño a marcos de ventanas.
48.263	0.04826	4.826	0.70	Daños estructurales menores a las casas.
50.0	0.05	5.0	0.725	Límite de la "zona de alerta" según la directriz básica en accidentes mayores. Daños estructurales de pequeña magnitud en casas.
68.0	0.068	6.8	0.986	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Fallo de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc.
68.9	0.0689	6.89	0.999	Daños estructurales menores, comparables a los daños ocasionados por una tormenta: fallas en estructuras o paredes de madera. Rompimiento de ventanas. Los techos de los tanques de almacenamiento sufren colapso. Conexiones o uniones de aluminio o acero muestran fallas.
69.0	0.069	6.9	1.0	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. La máxima velocidad del viento es de 79.7 km/h.
69.0 – 138.0	0.069 – 0.138	6.9 – 13.8	1.0 – 2.002	Fallo de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc. Rotura de planchas de asbesto ondulado.
90.0	0.09	9.0	1.3	Marcos de acero de construcción ligeramente distorsionados.
125.0	0.125	12.5	1.81	Límite de la "zona de intervención" según la directriz básica de accidentes mayores. Dislocación / colapso de paneles, paredes y techos.
138.0	0.138	13.8	2.0	Colapso parcial de paredes y techos de casas.
158.0	0.158	15.8	2.3	Límite inferior de daño estructural serio.
138.0 – 207.0	0.138 – 0.207	13.8 – 20.7	2.0 – 3.002	Destrucción de muros de hormigón (no armado) de 20 a 30 cm de grosor. Daños estructurales importantes.
163.0	0.163	16.3	2.36	Umbral (1 %) de rotura de tímpanos en personas.
165.0	0.165	16.5	2.393	Límite (1 %) de rotura de tímpano.
170.0	0.170	17.0	0.9863	Deformación de estructuras de acero.
172.37	0.17237	17.237	2.5	Destrucción del 50 % de edificaciones con ladrillo. Deformación de estructuras de acero.
204.0	0.204	20.4	2.959	Destrucción de muros de hormigón (no armado) de 20 a 30 cm de grosor.
207.0	0.207	20.7	3.0	Las máquinas pesadas (3,000 lb) en la construcción industrial sufren poco daño.



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
				El marco de acero de los edificios se distorsiona y se desprende de los cimientos.
207.0 – 276.0	0.207 – 0.276	20.7 – 27.6	3.0 – 4.0	Colapso de estructuras metálicas. Rotura de tanques de almacenamiento.
272.0	0.272	27.2	3.945	Rotura de depósitos y tanques de almacenamiento.
276.0	0.276	27.6	4.0	Rotura de las vestiduras de edificios industriales ligeros.
340.0	0.340	34.0	4.931	Destrucción prácticamente completa de casas.
344.0 – 480.0	0.344 – 0.48	34.4 – 48.0	4.989 – 6.962	Rotura de postes de madera de servicios públicos. Destrucción prácticamente completa de casas.
345.0	0.345	34.5	5.0	Destrucción de postes de madera. Prensas hidráulicas (40,000 lb) en la construcción ligeramente dañadas. Máxima velocidad de viento de 260.6 km/h.
476.0	0.476	47.6	6.904	Destrucción prácticamente completa de casas. Vuelco de vagones de tren cargados.
480.0	0.48	48.0	6.962	Vuelco de vagones de tren cargados.
480.0 – 550.0	0.48 – 0.55	48.0 – 55.0	6.962 – 7.977	Rotura de muros de ladrillo de 20 a 30 cm de grosor.
500.0	0.5	50.0	7.25	Colapso parcial de paredes y techos de casas. Destrucción de paredes de cemento de 20 a 30 cm de grosor. Destrucción del 50 % de la obra de ladrillo en edificaciones. 25 % de todas las paredes muestran fallas. Las paredes hechas de bloques de concreto se colapsan. Daños menores de marcos de acero en ventanas y puertas. Daños moderados o menores. Deformación de paredes y puertas, falla de juntas. Se desprende el recubrimiento de las paredes. Daños serios al resto de los elementos de soporte. Umbral (1 %) de rotura de tímpano
544.0	0.544	54.4	7.890	Rotura de paredes de ladrillo de 20 a 30 cm de espesor.
482.6 – 551.58	0.4826 – 0.55158	48.263 – 55.158	7.0 – 8.0	Paneles de ladrillo de 8 - 12 pulgadas de grosor no reforzados ceden por deslizamiento o curvatura.
620.0	0.62	62.0	9.0	Furgones de carga de tren totalmente destruidos.
689.0	0.689	68.9	9.99	Probable destrucción total de edificios. Herramientas de maquinaria pesada (7,000 lb) desplazadas y gravemente dañadas. Herramientas de maquinaria muy pesada (12,000 lb) se mantienen.
689.48	0.68948	68.948	10.0	Probable destrucción total de edificios. Máquinas pesadas (> 3,500 kg) desplazadas y gravemente dañadas. Máxima velocidad del viento de 294 km/h.
831.0	0.831	83.1	12.05	90 % de probabilidad de rotura de tímpanos en personas.
987.0	0.987	98.7	14.315	Umbral (1 %) de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar.
990.0	0.990	99.0	14.359	Límite (1 %) de muerte por hemorragia pulmonar.
1,000.0	1.0	100.0	14.50	Desplazamiento de los tanques de almacenamiento cilíndrico. Daño a columnas de fraccionamiento. La estructura de soporte de un tanque de almacenamiento redondo se colapsa. Daños severos y desplazamiento de maquinaria pesada (3,500 kg). Falla de las conexiones de tuberías.

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
				Demolición total de edificios. Colapso total de casas habitación tipo o estilo americano. Umbral de letalidad (1 %) de muerte por hemorragia pulmonar y efectos directos de la sobrepresión sobre el cuerpo humano.
1,735.0	1.735	173.5	25.16	90 % de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar.
1,750.0	1.75	175.8	25.5	Rotura parcial de tanques de almacenamiento. Daño parcial mayor a columnas de fraccionamiento. Daños severos a maquinaria pesada (3,500 kg). Rotura parcial de tuberías. Demolición total de edificios. 90 % de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar.
2,000.0	2.0	200.0	29.0	Rotura total de tanques de almacenamiento. Pérdida total de columnas de fraccionamiento. Pérdida total de maquinaria pesada (3,500 kg). Rotura total de tuberías. Demolición total de edificios. 99 % de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar.
20,684.3	20.6843	2,068.43	300.0	Límite para formación de cráter.

Tabla 4.9. Efectos de la intensidad de la radiación^{9,10}

Valor umbral					Descripción
kW/m ²	MW/m ²	W/m ²	BTU/pie ² h	BTU/pie ² s	
1.40	0.0014	1,400	443.798	0.123277	Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal). Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.
1.58	0.0016	1,580	500.857	0.139127	Límite permisible para una exposición prolongada del personal con equipo de seguridad básico.
1.7	0.0017	1,700	538.897	0.149694	En general, se considera que no hay dolor, sea cual sea el tiempo de exposición en flujos térmicos inferiores a 1.7 kW/m ² . Radiación mínima necesaria para causar dolor.
1.74	0.00174	1,740	551.577	0.153216	El umbral de dolor es de 60 segundos para personal que cuente con equipo de seguridad básico.
3.00	0.0030	3,000	950.995	0.264165	Zona de alerta.
4.0	0.004	4,000	1,267.990	0.35222	Radiación máxima tolerable por personas con equipo de seguridad básico.
4.7	0.0047	4,700	1,489.890	0.413859	Radiación máxima tolerable por bomberos y personas protegidas con equipo de seguridad especial.
4.73	0.00473	4,730	1,499.400	0.416501	Límite permisible para una exposición en un corto intervalo de tiempo del personal que trabaja en el área. El umbral de dolor es de 16 segundos. En las emisiones de emergencia se considera que las personas reaccionan en un tiempo de 3 a 5 segundos y se requieren 5 segundos más para que el personal se retire del área, por lo que resulta un tiempo total de exposición de 8 a 10 segundos.

⁹ Análisis y reducción de riesgos en la industria química, MAPFRE

¹⁰ AIChE, series today

Valor umbral					Descripción
kW/m ²	MW/m ²	W/m ²	BTU/pie ² h	BTU/pie ² s	
5.00	0.0050	5,000	1,584.990	0.440275	Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos; con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado; cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
6.31	0.00631	6,310	2,000.260	0.555628	Límite permisible para una exposición del personal efectuando acciones de emergencia que no duren más de un minuto con ropa apropiada. El umbral de dolor es de 16 segundos. A partir de un tiempo de exposición de 20 segundos se genera ampollamiento de la piel.
6.5	0.0065	6,500	2,060.490	0.572358	Radiación máxima tolerable por exposición durante 20 segundos sin quemaduras para personas con equipo de seguridad especial.
9.46	0.00946	9,460	2,998.800	0.833001	Exposición del equipo (tanques, unidad de encendido remoto).
11.70	0.0117	11,700	3,708.880	1.03024	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.50	0.0125	12,500	3,962.480	1.10069	Extensión del incendio. Fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. La madera puede prender después de una larga exposición. 100 % de letalidad.
15.77	0.01577	15,770	4,999.060	1.38863	Exposición y fatiga de las estructuras y áreas en donde no haya personal operando.
16.72	0.01672	16,720	5,300.210	1.47228	A partir de un tiempo de exposición de 5 segundos se genera ampollamiento de la piel. No existe tiempo para alcanzar el umbral de dolor.
25.00	0.0250	25,000	7,924.960	2.20138	El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.50	0.0375	37,500	11,887.400	3.30207	Suficiente para causar daños a equipos de proceso. Colapso de estructuras.

4.2.2.2. Resultados del análisis de consecuencias

En las siguientes tablas se presentan los resultados del análisis de consecuencias mediante el software PHAST a los escenarios evaluados.

Tabla 4.10. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de amortiguamiento y de alto riesgo)

Clave del escenario de riesgo	Nombre del escenario de riesgo	Clave clase de evento*	Efectos por toxicidad (H ₂ S)		Efectos por radiación térmica		Efectos por sobrepresión	
			Riesgo IDLH (m)	Zona A** TLV15 (m)	Alto riesgo 5 kW/m ² (m)	Zona A** 1.4 kW/m ² (m)	Alto riesgo 1.0 psi (m)	Zona A** 0.5 psi (m)
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 1 (ERM-01)	CHOF, UVCE	NA	NA	7.59318	8.8913	61.9627	76.0757
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 2 (ERM-02)	CHOF, UVCE	NA	NA	32.6673	44.2749	214.823	262.903
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ERM-03)	CHOF, UVCE	NA	NA	32.6673	44.2749	214.811	262.884
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 9 (ERM-09)	CHOF, UVCE	NA	NA	24.122	31.8243	168.365	205.87
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 1	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1152	64.6836
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 2	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1311	64.7096
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	19.3514	25.0837	98.3778	123.039
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 9	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1534	64.7462
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 10	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1368	64.719
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	98.5167	141.744	264.665	331.921

Dónde: * De acuerdo con la tabla 1 del documento DCO-GDOESSSPA-CT-001. 001 (NT: Nube Tóxica; CHOF: Chorro de fuego o Jet fire; BOLF: Bola de fuego o Fire Ball; CHAF, Charco de fuego o Pool fire; UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada).

NA: No aplica.

NR: No reacciona

Tabla 4.11. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de muy alto riesgo)

Clave del escenario de riesgo	Nombre del escenario de riesgo	Clave clase de evento*	Efectos por toxicidad (H ₂ S)		Efectos por radiación térmica		Efectos por sobrepresión	
			Riesgo IDLH (m)	Zona A** TLV15 (m)	Alto riesgo en equipos 12.5 kW/m ² (m)	Muy Alto riesgo 25 kW/m ² (m)	Alto riesgo en equipos 3.0 psi (m)	Muy Alto riesgo 10.0 psi (m)
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 1 (ERM-01)	CHOF, UVCE	NA	NA	6.97816	6.49013	50.7089	45.2438
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 2 (ERM-02)	CHOF, UVCE	NA	NA	27.8151	25.0474	176.483	157.865
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ERM-03)	CHOF, UVCE	NA	NA	27.8151	25.0474	176.478	157.862
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 9 (ERM-09)	CHOF, UVCE	NA	NA	20.8695	18.9871	138.459	123.935
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 1	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.2957	35.0414
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 2	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.3034	35.0452
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	16.8294	15.2871	78.7128	69.163
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 9	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.3143	35.0505
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 10	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.3062	35.0466
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	79.2493	67.9991	211.034	184.99

* De acuerdo con la tabla 1 del documento DCO-GDOESSPA-CT-001. 001 (NT: Nube Tóxica; CHOF: Chorro de fuego o Jet fire; BOLF: Bola de fuego o Fire Ball; CHAF, Charco de fuego o Pool fire; UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada).

NA: No aplica.

NR: No reacciona

Las hojas de resultados del software PHAST versión 8.23 se presentan en el **Anexo F2**.

5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

La representación de los radios potenciales (Diagramas de pétalos) de afectación derivado del análisis de consecuencias realizado con el software PHAST versión 8.23, se presentan en el **Anexo F3**. Los diagramas de pétalos son:

➤ **DIAGRAMAS DE PÉTALOS AMORTIGUAMIENTO Y ALTO RIESGO ECA, EPC**

- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01

➤ **DIAGRAMAS DE PÉTALOS MUY ALTO RIESGO ECA, EPC**

- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01

➤ **DIAGRAMAS DE PÉTALOS AMORTIGUAMIENTO Y ALTO RIESGO CMP**

- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03
- ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04

➤ **DIAGRAMAS DE PÉTALOS MUY ALTO RIESGO CMP**

- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03
- MAR_ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se presenta el análisis de vulnerabilidad.

Tabla 6.1. Análisis de vulnerabilidad

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento 4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias) 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-002: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-1), con señal al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estima un máximo de 6 casas		
			Amortiguamiento	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estima un máximo de 10 casas		
	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento 4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias) 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-005: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-2), con señal al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estima un máximo de 5 casas y 3 negocios		
			Amortiguamiento	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estima un máximo de 7 casas		
	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento 4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias) 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-004: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 8" de diámetro (alimentación a la ERM-3), con señal al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estima un máximo de 15 casas y 3 negocios		
			Amortiguamiento	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estima un máximo de 20 casas y 5 negocios		
	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento 4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias) 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-006: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 6" de diámetro (alimentación a la ERM-9), con señal al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estiman múltiples casas (50 aprox) y 16 negocios		
			Amortiguamiento	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estiman múltiples casas (50 aprox) y 25 negocios		
	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estima un máximo de 10 casas		
			Amortiguamiento	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estima un máximo de 20 casas y 4 negocios		
	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estima un máximo de 5 casas y 1 negocio		
			Amortiguamiento	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estima un máximo de 10 casas y 1 negocio		
	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estima un máximo de 5 casas y 3 negocios		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	Destrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estima un máximo de 10 casas y 4 negocios		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-008: Incluir monitoreo de presión, flujo y temperatura al nodo 9 "Red de distribución de baja presión al Sector 10" e integrar sus señales al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-009: Integrar al programa de mantenimiento de la recomendación ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-006, las tuberías y válvulas de seccionamiento que conforman el Sector 10 ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables. Se estima un máximo de 6 negocios		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	Dstrucción de ventanas con daño a los marcos y bastidores. Se estima un máximo de 2 casas y 7 negocios		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	Población	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a peatones que transiten en el área de afectación	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia la población		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia la población		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Se esperan afectaciones hacia el medio ambiente, sólo en caso de incendio		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el medio ambiente		
	Personal	Radiación	Alto riesgo	Posibles quemaduras de segundo grado a personal (guardias) que transite en el área de afectación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia el personal		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia el personal		
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
		Sobrepresión	Alto riesgo	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		
			Amortiguamiento	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación		

6.2. INTERACCIONES DE RIESGO

A continuación, se presentan las posibles interacciones de riesgo.

Tabla 6.2. Posibles interacciones de riesgos

Clave del escenario de riesgo	Equipo/ sitio de la planta/ km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones presentes en el radio de la afectación	Distancias de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	ERM-1	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	6.97816	City Gate Villa de Las Flores y automóviles que transiten en el momento	1 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento 4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias) 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-002: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2” de diámetro (alimentación a la ERM-1), con señal al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Sobrepresión	50.7089	City Gate Villa de Las Flores, un máximo de 10 casas y automóviles que transiten en el momento	1 m		
		GN	Alto riesgo	Radiación	7.59318	City Gate Villa de Las Flores	1 m		
				Sobrepresión	61.9627	City Gate Villa de Las Flores y un máximo de 10 casas	1 m		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	ERM-2	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	27.8151	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento 4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias)	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-005: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2” de diámetro (alimentación a la ERM-2), con señal al sistema TALÓN
				Sobrepresión	176.483	Se estima un máximo de 5 casas, 1 negocio y automóviles que transiten en el momento	2 m		
		GN	Alto riesgo	Radiación	32.6673	No se esperan afectaciones	NA		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario de riesgo	Equipo/ sitio de la planta/ km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones presentes en el radio de la afectación	Distancias de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
						hacia instalaciones / casas habitación		5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Sobrepresión	214.823	Se estima un máximo de 5 casas y 3 negocios	45 m		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	ERM-3	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	27.8151	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento 4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias) 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-004: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 8” de diámetro (alimentación a la ERM-3), con señal al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Sobrepresión	176.478	Se estima un máximo de 25 casas, 8 negocios y automóviles que transiten en el momento	2 m		
		GN	Alto riesgo	Radiación	32.6673	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		
				Sobrepresión	214.811	Se estima un máximo de 15 casas y 3 negocios	45 m		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	ERM-9	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	20.8695	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m (tramos) 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Cumplimiento del programa de mantenimiento	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-006: Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 6” de diámetro
				Sobrepresión	138.459	Se estiman múltiples casas (50 aprox), 9 negocios y automóviles que	2 m		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario de riesgo	Equipo/ sitio de la planta/ km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones presentes en el radio de la afectación	Distancias de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
						transiten en el momento		4. Recorridos en el área por personal de MEXIGAS (Guardias) 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	(alimentación a la ERM-9), con señal al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
		GN	Alto riesgo	Radiación	24.122	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		
				Sobrepresión	168.365	Se estiman múltiples casas (50 aprox) y 16 negocios	25 m		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	Sector 1	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	8.38466	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Sobrepresión	40.2957	1 negocio y automóviles que transiten en el momento	2 m		
		GN	Alto riesgo	Radiación	9.28661	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		
				Sobrepresión	51.1152	Se estima un máximo de 10 casas	10 m		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario de riesgo	Equipo/ sitio de la planta/ km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones presentes en el radio de la afectación	Distancias de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	Sector 2	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	8.38466	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Sobrepresión	40.3034	Se estima un máximo de 7 casas, 1 negocio y automóviles que transiten en el momento	2 m		
		GN	Alto riesgo	Radiación	9.28661	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		
				Sobrepresión	51.1311	Se estima un máximo de 5 casas y 1 negocio	40 m		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	Sector 3, 4, 5, 6, 7 u 8	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	16.8294	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de
				Sobrepresión	78.7128	Automóviles que transiten en el momento	2 m		
		GN	Alto riesgo	Radiación	19.3514	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		
				Sobrepresión	98.3778	No se esperan afectaciones hacia	NA		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario de riesgo	Equipo/ sitio de la planta/ km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones presentes en el radio de la afectación	Distancias de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
						instalaciones / casas habitación			presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	Sector9	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	8.38466	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Sobrepresión	40.3143	Se estima un máximo de 5 casas y 3 negocios	2 m		
		GN	Alto riesgo	Radiación	9.28661	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		
				Sobrepresión	51.1534	Se estima un máximo de 5 casas y 3 negocios	10 m		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-	Sector 10	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	8.38466	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-008: Incluir



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario de riesgo	Equipo/ sitio de la planta/ km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones presentes en el radio de la afectación	Distancias de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ZUM-ECA-05		GN	Alto riesgo	Sobrepresión	40.3062	Se estima un máximo de 4 negocios y automóviles que transiten en el momento	2 m	2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	monitoreo de presión, flujo y temperatura al nodo 9 “Red de distribución de baja presión al Sector 10” e integrar sus señales al sistema TALÓN ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-009: Integrar al programa de mantenimiento de la recomendación ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-006, las tuberías y válvulas de seccionamiento que conforman el Sector 10 ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Radiación	9.28661	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		
				Sobrepresión	51.1368	Se estima un máximo de 6 negocios	25 m		
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	Sector 3	GN	Alto riesgo en equipos	Radiación	79.2493	Automóviles que transiten en el momento	2 m	1. Tubería enterrada a 0.60 - 1.10 m 2. Señalización de “no excavar” en el área 3. Alarma por alto flujo (calibrado a 20% arriba del	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007: Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento
				Sobrepresión	211.034	Automóviles que transiten en el momento	2 m		



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Clave del escenario de riesgo	Equipo/ sitio de la planta/ km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones presentes en el radio de la afectación	Distancias de los equipos o instalaciones al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		GN	Alto riesgo	Radiación	98.5167	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA	flujo normal), con señal al sistema TALÓN (Ubicado en las oficinas de la Regional Estado de México, REM) 4. Válvulas de seccionamiento 5. Plan de protección civil / plan de respuesta a emergencias	que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición. ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003: Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto
				Sobrepresión	264.665	No se esperan afectaciones hacia instalaciones / casas habitación	NA		



7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

Debido a que el total de los escenarios se ubicaron en niveles de riesgo aceptables (zona verde), no se requiere reposicionar los escenarios de riesgo.

8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Como sistemas de seguridad, las estaciones distritales contarán con lo siguiente.

a) Slam shut o sistema de corte por alta presión

La función del slam shut o sistema de corte es evitar sobrepresiones en la red de distribución aguas debajo de las estaciones distritales, en el caso de que, por mal funcionamiento de los sistemas de regulación, la presión no regulada pase a ser excesivamente alta y se sitúe fuera de los límites de operación o de seguridad establecidos.

Esta función se lleva a cabo interrumpiendo totalmente el paso de gas a través de un dispositivo de cierre rápido el cual está formado por un cuerpo de válvula y un obturador móvil asociado a un mecanismo de cierre, el cual se desbloquea cuando la presión alcanza un valor máximo o mínimo previamente ajustado, provocando un cierre rápido de la válvula.

El dispositivo opera entre -29°C y 65°C y se encuentra calibrado para cerrar la PCV a una presión de 4.8 bar.

b) Sistema de medición (alarmas por alto y bajo flujo)

El sistema de medición contará con sensores de presión y temperatura mediante los cuales calculan el flujo. El sistema envía la señal mediante el sistema de monitoreo y control (sistema TALÓN) hacia el Regional Estado de México (REM), el cual cuenta con alarmas por alto y bajo flujo (calibradas al 20% arriba y abajo del valor normal). Una vez que alarme el sistema, se envía personal para revisar la ERM respectiva.

c) Atención de emergencias

La Distribuidora tendrá disponible un servicio de emergencia las 24 horas del día, durante los 365 días del año de manera ininterrumpida. Para ello, contará con vehículos equipados con detectores de fugas, explosímetros, herramientas adecuadas, accesorios y personal capacitado para atender cualquier emergencia en el sistema de distribución y controlar las fugas de manera eficiente.

Los eventos relacionados a las llamadas de emergencia que reportan clientes, autoridades o público en general se atenderán tomando en cuenta lo siguiente:

Es responsabilidad de la Dirección de HSSE a través del Centro de Operaciones de Seguridad (COPS), la atención de las llamadas de emergencia, el registro de las mismas en sistema y la transmisión del evento al personal técnico de la Distribuidora en donde se presenta la situación.

Cada una de las Distribuidoras es responsable de la atención en sitio de las llamadas de emergencia en su zona o sistema de distribución.

Además, se contará con planes para la atención de emergencias, que están enfocados en prevenir la ignición del gas, para lo cual la promovente ha establecido un sistema de supervisión y la integración de brigadas para la oportuna identificación, contención y reparación de fugas. En conjunto con los planes y brigadas, se contará con un plan de ayuda mutua con las autoridades en materia de protección civil.

8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Como medidas preventivas, se cuenta con el comisionamiento y habilitación del gas natural en las estaciones distritales.

Comisionamiento y habilitación con gas natural

Para la habilitación de las estaciones distritales con gas natural se debe realizar una etapa de comisionamiento de cada uno de los sistemas que conforman la estación distrital:

- Pruebas de hermeticidad
- Instalación de elementos filtrantes
- Inertización de la estación distrital
- Pruebas de asiento de válvulas (bloqueo y purga)
- Pruebas a las protecciones de seguridad de equipos (disparos y alarmas)
- Seteo de sistema de regulación activo monitor
- Seteo de válvulas de corte
- Firma de válvula de control de flujo
- Prueba de funcionamiento de válvula de control de flujo
- Medición de resistividad de sistema de tierras
- Pruebas de sistema eléctrico y alumbrado
- Pruebas punto a punto
- Pruebas de aislamiento eléctrico a juntas monoblock o Pikotek
- Calibraciones de instrumentos acorde a la ley federal de metrología y normalización por un laboratorio acreditado en el territorio nacional con trazabilidad a patrones nacionales
- Validación de medidores (turbinas, rotativos o ultrasónicos)
- Validación computador de flujo
- Pruebas de lazo de transmisores (presión, temperatura, frecuencia, etc.)
- Pruebas de comunicación de instrumentos a RTU y de RTU al sistema TALÓN.

Y en la red de distribución, se aplicarán programas de mantenimiento y programas de inspección.

Entre otros, los elementos que se deben de mantener / inspeccionar son:

Protección catódica: Se instalarán postes de protección catódica a cada 500 m y los cuales se instalarán en el cadenamiento correspondiente a partir del kilómetro 0+000 siendo este el punto de inicio del gasoducto a instalar y contarán con una conexión eléctrica para toma de potencial catódico mediante un cable del No. 12 instalando en una chalupa eléctrica recubierta de alquitrán de hulla (esmalte). Las soldaduras del cable de 1 cero de conexión de los postes de toma de potencial del sistema de protección catódica con respecto a la tubería serán soldados con una cobertura de aluminotermia del calibre adecuado marca Cadwell y acorde al procedimiento correspondiente, con el fin de lograr un buen contacto y así evitar una posible sulfatación que ocasione una resistencia alta del circuito.

Protección mecánica: La tubería tendrá un recubrimiento de polietileno de fábrica en cada soldadura, la cual está realizada con la especificación TGF-3 de la Asociación Nacional de Aplicadores de Recubrimientos de Tubería (National Associated of Pipe Coating Applicators) (NRF-26-PEMEX-2008) y que será aprobada por la supervisión de ENGIE México. Asimismo, se recubrirá la parte desnuda del ducto con mangas termocontráctiles. El recubrimiento es elaborado en polietileno extruido tricapa, el cual es distinto al alquitrán de hulla (prohibido por la

Prueba de hermeticidad: Esta prueba comprueba la integridad de la tubería para el Proyecto. Esta prueba se efectuará en las conexiones del medidor a la presión de operación de acuerdo a la NOM-003-ASEA-2016 como se indica en la disposición 11. De la misma forma se realizarán pruebas de hermeticidad de las conexiones del medidor a la presión de operación con jabonadura de acuerdo a la NOM-003-ASEA-2016.

Cualquier indicación de pérdida de presión que indicará la existencia de una fuga en el tramo a probar, derivará en una revisión exhaustiva para localizar la falla, su eliminación y reparación. El proceso será repetido hasta que la prueba sea del 100% satisfactoria durante las 24 horas requeridas.

Previo a la realización de la prueba de hermeticidad, se limpiará el interior del tubo a través de un diablo de limpieza, que se correrá con aire para extraer cualquier material extraño.

8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Resultado de la aplicación de las metodologías de identificación de peligros y evaluación de riesgos aplicadas en las etapas de análisis preliminar, análisis cualitativo y análisis cuantitativo que conforman este Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, se indican las siguientes recomendaciones.

Tabla 8.1. Recomendaciones técnico-operativas

Nombre del estudio	ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH) PROYECTO: “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”			Revisión	0
Organismo / CT / Planta o área de proceso	“Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”	Equipo multidisciplinario	Ver hojas de trabajo	Fecha	04/12/2020
No. (Código de la recomendación)	Recomendación	Responsable	Elementos SASISOPA	Escenarios de riesgo	NR
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-001	Dar cumplimiento a la NOM-020-STPS-2011 (o vigente) y obtener el número de control ante la STPS de todos los recipientes sujetos a presión que se instalarán en las ERM-1, ERM-2, ERM-3 y ERM-9	ENGIE		N1.1 N2.1 N3.1 N4.1	18
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-002	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-1), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N1.2 N1.4 N1.7 N1.8	24
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003	Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto	ENGIE		N1.7 N1.8 N1.9 N2.7 N2.8 N2.9 N3.7 N3.8 N3.9 N4.7 N4.8 N4.9 N5.7 N5.8 N5.9 N6.7 N6.8 N6.9 N7.7 N7.8 N7.9 N8.7 N8.8 N8.9 N9.7 N9.8 N9.9	60
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-004	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 8" de diámetro (alimentación a la ERM-3), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N2.2 N2.4 N2.7 N2.8	24
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-005	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-2), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N3.2 N3.4 N3.7 N3.8	24



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”

Nombre del estudio	ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH) PROYECTO: “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”			Revisión	0
Organismo / CT / Planta o área de proceso	“Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”	Equipo multidisciplinario	Ver hojas de trabajo	Fecha	04/12/2020
No. (Código de la recomendación)	Recomendación	Responsable	Elementos SASISOPA	Escenarios de riesgo	NR
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-006	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 6" de diámetro (alimentación a la ERM-9), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N4.2 N4.4 N4.7 N4.8	24
ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007	Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición.	ENGIE		N5.1 N5.2 N5.3 N5.4 N5.7 N5.8 N5.9 N6.1 N6.2 N6.3 N6.4 N6.7 N6.8 N6.9 N7.1 N7.2 N7.3 N7.4 N7.7 N7.8 N7.9 N8.1 N8.2 N8.3 N8.4 N8.7 N8.8 N8.9	60
ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-008	Incluir monitoreo de presión, flujo y temperatura al nodo 9 "Red de distribución de baja presión al Sector 10" e integrar sus señales al sistema TALÓN	ENGIE		N9.1 N9.2 N9.3 N9.4 N9.7 N9.8 N9.9	60
ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-009	Integrar al programa de mantenimiento de la recomendación ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-006, las tuberías y válvulas de seccionamiento que conforman el Sector 10	ENGIE		N9.1 N9.2 N9.3 N9.4 N9.7 N9.8 N9.9	60

Tabla 8.2. Programa para la implementación de las recomendaciones

Escenario de riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de riesgo	Recomendación	Responsable	
N1.1 N2.1 N3.1 N4.1	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-001	18	Dar cumplimiento a la NOM-020-STPS-2011 (o vigente) y obtener el número de control ante la STPS de todos los recipientes sujetos a presión que se instalarán en las ERM-1, ERM-2, ERM-3 y ERM-9	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N1.2 N1.4 N1.7 N1.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-002	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-1), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N1.7 N1.8 N1.9 N2.7 N2.8 N2.9 N3.7 N3.8 N3.9 N4.7 N4.8 N4.9 N5.7 N5.8 N5.9 N6.7 N6.8 N6.9 N7.7 N7.8 N7.9 N8.7 N8.8 N8.9 N9.7 N9.8 N9.9	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003	60	Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N2.2 N2.4 N2.7 N2.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-004	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 8" de diámetro (alimentación a la ERM-3), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N3.2 N3.4 N3.7 N3.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-005	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-2), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N4.2 N4.4 N4.7 N4.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-006	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 6" de diámetro (alimentación a la ERM-9), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N5.1 N5.2 N5.3	ARP-2020-DIST-GAS-	60	Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de	ENGIE	2021 – 2034



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Escenario de riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de riesgo	Recomendación	Responsable	
N5.4 N5.7 N5.8 N5.9 N6.1 N6.2 N6.3 N6.4 N6.7 N6.8 N6.9 N7.1 N7.2 N7.3 N7.4 N7.7 N7.8 N7.9 N8.1 N8.2 N8.3 N8.4 N8.7 N8.8 N8.9	TECAMAC-007		seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición.		(De acuerdo al programa de construcción)
N9.1 N9.2 N9.3 N9.4 N9.7 N9.8 N9.9	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-008	60	Incluir monitoreo de presión, flujo y temperatura al nodo 9 "Red de distribución de baja presión al Sector 10" e integrar sus señales al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N9.1 N9.2 N9.3 N9.4 N9.7 N9.8 N9.9	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-009	60	Integrar al programa de mantenimiento de la recomendación ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-006, las tuberías y válvulas de seccionamiento que conforman el Sector 10	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)

9. CONCLUSIONES

El estudio realizado a los sistemas, procesos y actividades del proyecto “**PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO**”, nos llevó a la identificación de escenarios de riesgo los cuales, aunque se ubican en una región de riesgo aceptable, requieren que se realicen acciones para su mejora. Esta identificación de escenarios se llevó a cabo utilizando la metodología de análisis ¿Qué pasa si...? el cual se enfoca en determinar todas las consecuencias, causas, protecciones y recomendaciones que estén asociadas a una desviación en particular. La metodología de análisis ¿Qué pasa si...? es adecuada para la identificación de peligros del proyecto, conforme a los criterios para la selección de metodologías de análisis de riesgos.

Del análisis de riesgos se emitieron recomendaciones en donde se debe tomar en cuenta que:

1. Las recomendaciones emitidas en el análisis ¿Qué pasa si...? están fundamentadas en la normatividad actual, prácticas recomendadas de seguridad, políticas de seguridad y protección al ambiente y en las buenas prácticas de ingeniería.
2. Las recomendaciones están enfocadas a la disminución de riesgos durante la operación de los equipos.

El análisis de riesgos del sector hidrocarburos se complementa con la jerarquización de riesgos la cual se llevó a cabo con la aplicación de los criterios de probabilidad, daños y exposición y se compararon con los niveles de aceptabilidad y tolerabilidad de la compañía. Con base en lo anterior, se determinó el nivel de riesgo de cada uno de los escenarios evaluados.

De acuerdo con la jerarquización efectuada, TODOS los escenarios se ubican en niveles de riesgo aceptable y/o riesgo posible. Ambos dentro de la región de riesgo tolerable definido por la compañía.

Considerando los resultados de la jerarquización efectuada, el líder de Análisis de Riesgos selecciona los escenarios con las mayores condiciones de operación que pudieran ocasionar los mayores efectos, para considerar las posibles afectaciones hacia el personal, medio ambiente e instalación en caso de existir una fuga y/o incendio en el área de proceso y se realiza un análisis de consecuencias a dichos escenarios.

A continuación, se presentan los escenarios de riesgo elegidos por el líder de ARP.

Tabla 9.1. Escenarios de riesgo

Clave del escenario	Referencia ¿Qué pasa si...?	Tipo	Nombre del escenario	Nombre de la sustancia peligrosa	Inventario
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	N1.7 N1.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 1 (ERM-01)	GN	275.05 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	N3.7 N3.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 2 (ERM-02)	GN	68.27 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	N2.7 N2.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ERM-03)	GN	1478.48 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	N4.7 N4.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 9 (ERM-09)	GN	585.5 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	N5.7 N5.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 1	GN	275.05 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	N7.7 N7.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 2	GN	68.27 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	N6.7 N6.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	GN	1478.48 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	N8.7 N8.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 9	GN	585.5 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	N9.7 N9.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 10	GN	70.23 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	N6.8	EPC	Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	GN	1478.48 m ³

A estos escenarios se les realizó un análisis de consecuencias. El escenario de mayor riesgo resultado del presente análisis de consecuencias es:

- **ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01.** Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Para el caso de radiación térmica, se presentaría un radio máximo de afectación para 1.4 kW/m² de: 141.744 m; y para 5.0 kW/m² de: 98.5167 m.

Para el caso de sobrepresión, se presentaría un radio máximo de afectación para 0.5 psi de: 331.921 m; y para 1.0 psi de: 264.665 m.

Debido a lo anterior, es necesario que se implementen todas las recomendaciones resultantes del presente análisis.

10. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento denominado Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, que en lo sucesivo se le denominará ARSH; forma parte integral del Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Regional con Riesgo del proyecto: “Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”.

Este ARSH, se ha elaborado conforme a la GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HICROCARUROS (En lo sucesivo se le denominará “Guía para elaborar el ARSH”).

Nombre y descripción general del proyecto

El nombre del proyecto es “Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”.

El Proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una red de distribución de gas natural (GN) de sistemas independientes de baja presión ubicado en los municipios de Nextlalpan, Tecámac, Zumpango y Tonanitla en el Estado de México. Estos sistemas se situarán en la zona geográfica de distribución “Valle Cuautitlán – Texcoco – Hidalgo”.

El proyecto incluye el suministro de GN a alta presión (21 bar), la regulación (a 4 bar) y medición del GN y su distribución en 5 áreas (integradas por 10 sectores). Es importante mencionar que se contempla la instalación y operación de cuatro estaciones de regulación y medición (ERM, llamadas también estaciones distritales), las cuales distribuyen el GN a baja presión a 9 sectores, mientras que hay un sector que recibe suministro de un ducto de baja presión.

La red de distribución contará con ductos de acero al carbón (AC) y de polietileno de alta densidad (PEAD) en las longitudes siguientes:

Tabla 10.1. Ductos para cada una de las estaciones distritales

Proyecto	Longitud aprox. (km) AC	Longitud aprox. (km) PE
Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango	17.09	660.21

El objetivo de esta red es distribuir el servicio de gas natural para las viviendas de la zona comprendida en el proyecto “**Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango**”; que se ubican en los municipios ya mencionados. La zona de afluencia del proyecto se delimitará en 10 sectores distribuidos por municipio de la siguiente manera:

Tabla 10.2. Sectores distribuidos por municipio

Id	Sector	Municipio	Zona de distribución (ERM / área)
1	Santa Inés	Nextlalpan, Tonanitla	ERM Sector 01
2	Jardines de Bugambilias	Zumpango	ERM Sector 02
3	Jardines	Zumpango	ERM Sector 03
4	Paseos de San Juan	Zumpango	
5	Santa Fé	Zumpango	
6	Jardines de Girasoles	Zumpango	
7	Villas de La Laguna	Zumpango	
8	Urbano Santa María	Zumpango	
9	Ojo de Agua 1	Tecámac	ERM Sector 09
10	Ojo de Agua 2	Tecámac	Sector 10

En el plano **MEX-ZTNT-GEN-LOC-001** se puede observar el área de afluencia del desarrollo de la red para este proyecto.

El sistema cuenta con un ducto de distribución principal de AC de 8” el cual distribuye el gas a los sectores 02 y 03, este ducto se interconectará del ducto existente de AC 14” (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003).

El ducto principal de AC 8” alimenta a la ERM-ZTNT-S3 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003), la cual regula la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 250mm que distribuye el servicio a los sectores 03, 04, 05, 06, 07 y 08 (ver plano general MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Del ducto de distribución de AC 8” se instalará una derivación de AC en 2” para alimentar a la ERM-ZTNT-S2 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-DAAC-003), la cual regula la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 125mm que distribuye el servicio al sector 02.

El sector 01 partirá del City Gate “VILLA DE LAS FLORES No. 1268” ubicada entre las avenidas Av. 15 de septiembre y Av. Canal de Desagüe en el Municipio de Nextlalpan, en el cual se instalará la ERM-ZTNT-S1 (el suministro se recibe por una derivación de AC de 2” del ducto existente de 14” de AC), cuya finalidad es regular la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 125 mm.

Para la distribución del servicio en el sector 09, se instalará un ducto de abasto de AC de 6” de diámetro, el cual se interconectará a un ducto existente de AC 6”, el ducto de abasto alimentará a la ERM-ZTNT-S9, cuya finalidad es regular la presión de 21 bar a 4 bar, a la salida de la ERM y con la presión regulada a 4 bar se tiene un ducto de distribución de PEAD 200 mm que distribuye el servicio en el sector 9 (ver plano MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Para distribuir el servicio en el sector 10, se interconectará un ducto de PEAD-125 mm, a un ducto de proyecto de PEAD-125 mm (ver plano MEX-ZTNT-DFP-GEN-002).

Los ductos existentes o de proyecto (Sectores 9 y 10), que se mencionan en las interconexiones del sistema, ya cuentan con permiso.

Los consumos estimados por la red de distribución se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 10.3. Consumos estimados

Sector	Cantidad	Unidad
ERM Sector 02	409.6	m ³ /h
ERM Sector 03	8870.9	m ³ /h
ERM Sector 01	1650.3	m ³ /h
ERM Sector 09	3513	m ³ /h
Consumo sector 10	421.4	m ³ /h
Total	14,865.2	m³/h

Estaciones de Regulación y Medición

Para la distribución de gas natural se instalarán 4 Estaciones de Regulación y Medición (ERM) con coordenadas UTM referenciadas en el plano **MEX-ZTNT-DTI-GEN-002**, las cuales se encontrarán ubicadas por sector de la siguiente manera:

Tabla 10.4. Estaciones de Regulación y Medición

Capacidad ERM seleccionada	
ID	Modelo
ERM Zumpango (ERM 3)	G1600
ERM Santa Inés (ERM 1)	G400
ERM Jardines de Bugambilias (ERM 2)	G400
ERM Ojo de Agua 1 (ERM 9)	G650

Los planos tipos de estación seleccionadas se encuentran referenciados en los planos **MEX-ZTNT-GEN-ERM-001**, **MEX-ZTNT-GEN-ERM-002** y **MEX-ZTNT-GEN-ERM-003**, los cuales muestran las características tipo según el modelo de la estación.

A continuación, se indican las coordenadas de localización de las ERM.

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Tabla 10.5. Coordenadas de localización de las ERM

Estación	Sector	Municipio	X	Y
ERM-ZTNT-S1	Sector 1 "Santa Inés"	Nextlalpan		
ERM-ZTNT-S2	Sector 2 "Jardines de Bugambilias"	Zumpango		
ERM-ZTNT-S3	Sector 3 "Jardines"	Zumpango		
ERM-ZTNT-S9	Sector 9 "Ojo de Agua 1"	Tecámac		

Sistemas de Aislamiento para ERM

Para cada una de las estaciones se construirán sistemas de aislamiento que consisten en nichos que rodean a la estación con las siguientes características: Loza Tapa, Loza de Cimentación, Trabes y Castillos, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ (Concreto Armado) con block o tabique prefabricado que cumplan con los estándares de calidad y normativas de diseño para estas estructuras, la puerta de la estación de acero al carbón tipo Louver, tales características se describen en la **ETG IG-STG-ETG-03** y el plano tipo del sistema se muestra en los plano **MEX-ZTNT-GEN-CIV-001**.

El fluido es Gas Natural (GN) y a continuación, se presenta la composición del gas.

Tabla 10.6. Composición proporcional (%) molar del gas natural.

Componente	Unidades	Valor
Metano	% mol	89.00
Etano	% mol	11.00

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para el desarrollo del análisis de riesgos, se hace necesario primero establecer los criterios de análisis y premisas con los integrantes del grupo multidisciplinario antes de dar inicio con la identificación de peligros y la jerarquización de riesgos.

Los puntos considerados para el desarrollo del análisis de riesgos fueron:

- Objetivo del análisis de riesgos.
- Alcance del análisis de riesgos.
- Para el desarrollo del análisis de riesgos se utilizó la información siguiente:
 - Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI)
 - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)
 - Planos de la distribución de GN
 - Memoria Técnica Descriptiva del Plan Estratégico
 - Documentos técnicos de la distribución de GN

Estos documentos se integran en el **Anexo A** del presente documento.

El análisis cualitativo contempla la realización de dos etapas principales:

- ✓ Identificación de peligros
- ✓ Análisis y evaluación de riesgos

Los puntos considerados para el desarrollo del análisis cualitativo fueron:

- ✓ Conformación del GMAER. Para el caso del presente ERA, el GMAER se integra con personal de la compañía operadora (seguridad, operación y mantenimiento) y personal especialista en análisis de riesgos.
- ✓ BmasF presentó las metodologías para el desarrollo del análisis de riesgos en sus diferentes etapas: la identificación de peligros mediante la metodología ¿Qué pasa si...? y la jerarquización de riesgos mediante magnitud de riesgos.
- ✓ Objetivo del análisis de riesgos.
- ✓ Alcance del análisis de riesgos.
- ✓ Para el desarrollo del análisis de riesgos se utilizó información del paquete tecnológico generado en el proyecto, consistente en diagramas de flujo, esquemáticos de la distribución, Memoria Técnica Descriptiva del Plan Estratégico y criterios de diseño.

El análisis cualitativo se realizó identificando los peligros y evaluando los riesgos de cada una de los nodos seleccionados. A continuación, se presentan los nodos que conformaron el análisis.

- Nodo 1: Alimentación de GN a ERM-1.
- Nodo 2: Alimentación de GN a ERM-3.
- Nodo 3: Alimentación de GN a ERM-2.
- Nodo 4: Alimentación de GN a ERM-9.
- Nodo 5: Red de distribución a baja presión al Sector 1.
- Nodo 6: Red de distribución a baja presión al Sector 3.
- Nodo 7: Red de distribución a baja presión al Sector 2.
- Nodo 8: Red de distribución a baja presión al Sector 9.
- Nodo 9: Red de distribución a baja presión al Sector 10.

Una vez identificados los sistemas (nodos) y subsistemas de estudio, se procedió a ingresar información a las hojas de trabajo para documentar las reuniones multidisciplinarias, en conjunto con el grupo multidisciplinario de análisis y evaluación de riesgos (GMAER).

La reunión de identificación de peligros y jerarquización de riesgos se realizó el día 26 de noviembre de 2020.

Se analizaron 9 nodos. De este análisis, resultaron 81 escenarios, a los cuales se analizaron y

evaluaron los riesgos. A continuación, se presenta un resumen de los resultados de la evaluación y jerarquización de los escenarios de riesgo identificados de acuerdo con su nivel de riesgo.

> 401	0	0.00 %
201 - 400	0	0.00 %
71 - 200	0	0.00 %
21 - 70	27	33.33 %
0.05 - 20	54	66.67 %

Como se puede observar, el total de los 81 escenarios de riesgo se ubican en la región aceptable de riesgo (color verde). Considerando los resultados de la jerarquización efectuada, el líder de Análisis de Riesgos selecciona los escenarios con las mayores condiciones de operación que pudieran ocasionar los mayores efectos, para considerar las posibles afectaciones hacia el personal, medio ambiente e instalación en caso de existir una fuga y/o incendio en el área de proceso y se realiza un análisis de consecuencias a dichos escenarios.

A continuación, se presentan los escenarios de riesgo elegidos por el líder de ARP.

Tabla 10.7. Escenarios de riesgo seleccionados

Clave del escenario	Referencia ¿Qué pasa si...?	Tipo	Nombre del escenario	Nombre de la sustancia peligrosa	Inventario
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	N1.7 N1.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 1 (ERM-01)	GN	275.05 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	N3.7 N3.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 2 (ERM-02)	GN	68.27 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	N2.7 N2.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ERM-03)	GN	1478.48 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	N4.7 N4.9	CMP	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 9 (ERM-09)	GN	585.5 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	N5.7 N5.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 1	GN	275.05 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	N7.7 N7.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 2	GN	68.27 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	N6.7 N6.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	GN	1478.48 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	N8.7 N8.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 9	GN	585.5 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	N9.7 N9.9	ECA	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 10	GN	70.23 m ³
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	N6.8	EPC	Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	GN	1478.48 m ³

Resultados del análisis de consecuencias

En las siguientes tablas se presentan los resultados del análisis de consecuencias mediante el software PHAST versión 8.23 a los escenarios evaluados.

Tabla 10.8. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de amortiguamiento y de alto riesgo)

Clave del escenario de riesgo	Nombre del escenario de riesgo	Clave clase de evento*	Efectos por toxicidad (H ₂ S)		Efectos por radiación térmica		Efectos por sobrepresión	
			Riesgo IDLH (m)	Zona A** TLV15 (m)	Alto riesgo 5 kW/m ² (m)	Zona A** 1.4 kW/m ² (m)	Alto riesgo 1.0 psi (m)	Zona A** 0.5 psi (m)
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 1 (ERM-01)	CHOF, UVCE	NA	NA	7.59318	8.8913	61.9627	76.0757
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 2 (ERM-02)	CHOF, UVCE	NA	NA	32.6673	44.2749	214.823	262.903
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ERM-03)	CHOF, UVCE	NA	NA	32.6673	44.2749	214.811	262.884
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 9 (ERM-09)	CHOF, UVCE	NA	NA	24.122	31.8243	168.365	205.87
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 1	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1152	64.6836
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 2	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1311	64.7096
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	19.3514	25.0837	98.3778	123.039
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 9	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1534	64.7462
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 10	CHOF, UVCE	NA	NA	9.28661	11.1881	51.1368	64.719
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	98.5167	141.744	264.665	331.921

* De acuerdo con la tabla 1 del documento DCO-GDOESSPA-CT-001. 001 (NT: Nube Tóxica; CHOF: Chorro de fuego o Jet fire; BOLF: Bola de fuego o Fire Ball; CHAF, Charco de fuego o Pool fire; UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada).

NA: No aplica.

NR: No reacciona

Tabla 10.9. Resultados de la simulación de escenarios de riesgo (zonas de muy alto riesgo)

Clave del escenario de riesgo	Nombre del escenario de riesgo	Clave clase de evento*	Efectos por toxicidad (H ₂ S)		Efectos por radiación térmica		Efectos por sobrepresión	
			Riesgo IDLH (m)	Zona A** TLV15 (m)	Alto riesgo en equipos 12.5 kW/m ² (m)	Muy Alto riesgo 25 kW/m ² (m)	Alto riesgo en equipos 3.0 psi (m)	Muy Alto riesgo 10.0 psi (m)
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-01	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 1 (ERM-01)	CHOF, UVCE	NA	NA	6.97816	6.49013	50.7089	45.2438
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-02	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 2 (ERM-02)	CHOF, UVCE	NA	NA	27.8151	25.0474	176.483	157.865
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-03	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ERM-03)	CHOF, UVCE	NA	NA	27.8151	25.0474	176.478	157.862
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-CMP-04	Fuga de GN en la tubería de AC que distribuye hacia el sector 9 (ERM-09)	CHOF, UVCE	NA	NA	20.8695	18.9871	138.459	123.935
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-01	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 1	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.2957	35.0414
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-02	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 2	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.3034	35.0452
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-03	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	16.8294	15.2871	78.7128	69.163
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-04	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 9	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.3143	35.0505
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-ECA-05	Fuga de GN en la tubería de PEAD que distribuye hacia el sector 10	CHOF, UVCE	NA	NA	8.38466	7.66795	40.3062	35.0466
ARP-2020-DIST-GN-TEC-NEX-ZUM-EPC-01	Ruptura de la tubería de PEAD que distribuye GN hacia el sector 3, 4, 5, 6, 7 y 8	CHOF, UVCE	NA	NA	79.2493	67.9991	211.034	184.99

* De acuerdo con la tabla 1 del documento DCO-GDOESSPA-CT-001. 001 (NT: Nube Tóxica; CHOF: Chorro de fuego o Jet fire; BOLF: Bola de fuego o Fire Ball; CHAF, Charco de fuego o Pool fire; UVCE: Explosión por nube de vapor no confinada).

NA: No aplica.

NR: No reacciona

Las hojas de resultados del software PHAST versión 8.23 se presentan en el **Anexo F2**.

RECOMENDACIONES

Resultado de la aplicación de las metodologías de identificación de peligros y evaluación de riesgos aplicadas en las etapas de análisis preliminar, análisis cualitativo y análisis cuantitativo que conforman este Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, se indican las siguientes recomendaciones.

Tabla 10.10. Recomendaciones técnico-operativas

Nombre del estudio	ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH) PROYECTO: “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”			Revisión	0
Organismo / CT / Planta o área de proceso	“Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”	Equipo multidisciplinario	Ver hojas de trabajo	Fecha	04/12/2020
No. (Código de la recomendación)	Recomendación	Responsable	Elementos SASISOPA	Escenarios de riesgo	NR
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-001	Dar cumplimiento a la NOM-020-STPS-2011 (o vigente) y obtener el número de control ante la STPS de todos los recipientes sujetos a presión que se instalarán en las ERM-1, ERM-2, ERM-3 y ERM-9	ENGIE		N1.1 N2.1 N3.1 N4.1	18
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-002	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-1), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N1.2 N1.4 N1.7 N1.8	24
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003	Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto	ENGIE		N1.7 N1.8 N1.9 N2.7 N2.8 N2.9 N3.7 N3.8 N3.9 N4.7 N4.8 N4.9 N5.7 N5.8 N5.9 N6.7 N6.8 N6.9 N7.7 N7.8 N7.9 N8.7 N8.8 N8.9 N9.7 N9.8 N9.9	60



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
 ZUMPANGO”

Nombre del estudio	ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH) PROYECTO: “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”			Revisión	0
Organismo / CT / Planta o área de proceso	“Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”	Equipo multidisciplinario	Ver hojas de trabajo	Fecha	04/12/2020
No. (Código de la recomendación)	Recomendación	Responsable	Elementos SASISOPA	Escenarios de riesgo	NR
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-004	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 8" de diámetro (alimentación a la ERM-3), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N2.2 N2.4 N2.7 N2.8	24
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-005	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-2), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N3.2 N3.4 N3.7 N3.8	24
ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-006	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 6" de diámetro (alimentación a la ERM-9), con señal al sistema TALÓN	ENGIE		N4.2 N4.4 N4.7 N4.8	24
ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007	Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición.	ENGIE		N5.1 N5.2 N5.3 N5.4 N5.7 N5.8 N5.9 N6.1 N6.2 N6.3 N6.4 N6.7 N6.8 N6.9 N7.1 N7.2 N7.3 N7.4 N7.7 N7.8 N7.9 N8.1 N8.2 N8.3 N8.4 N8.7 N8.8 N8.9	60
ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-008	Incluir monitoreo de presión, flujo y temperatura al nodo 9 "Red de distribución de baja presión al Sector 10" e integrar sus señales al sistema TALÓN	ENGIE		N9.1 N9.2 N9.3 N9.4 N9.7 N9.8 N9.9	60



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
 PROYECTO:
 “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”

Nombre del estudio	ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH) PROYECTO: “PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y ZUMPANGO”			Revisión	0
Organismo / CT / Planta o área de proceso	“Plan estratégico de crecimiento Ojo de Agua, Nextlalpan y Zumpango”	Equipo multidisciplinario	Ver hojas de trabajo	Fecha	04/12/2020
No. (Código de la recomendación)	Recomendación	Responsable	Elementos SASISOPA	Escenarios de riesgo	NR
ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-009	Integrar al programa de mantenimiento de la recomendación ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-006, las tuberías y válvulas de seccionamiento que conforman el Sector 10	ENGIE		N9.1 N9.2 N9.3 N9.4 N9.7 N9.8 N9.9	60

Tabla 10.11. Programa para la implementación de las recomendaciones

Escenario de riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de riesgo	Recomendación	Responsable	
N1.1 N2.1 N3.1 N4.1	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-001	18	Dar cumplimiento a la NOM-020-STPS-2011 (o vigente) y obtener el número de control ante la STPS de todos los recipientes sujetos a presión que se instalarán en las ERM-1, ERM-2, ERM-3 y ERM-9	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N1.2 N1.4 N1.7 N1.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-002	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-1), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N1.7 N1.8 N1.9 N2.7 N2.8 N2.9 N3.7 N3.8 N3.9 N4.7 N4.8 N4.9 N5.7 N5.8 N5.9 N6.7 N6.8 N6.9 N7.7 N7.8 N7.9 N8.7 N8.8 N8.9 N9.7	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-003	60	Actualizar e implementar un plan de respuesta a emergencias específico para la distribución de GN del Proyecto	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)

Escenario de riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de riesgo	Recomendación	Responsable	
N9.8 N9.9					
N2.2 N2.4 N2.7 N2.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-004	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 8" de diámetro (alimentación a la ERM-3), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N3.2 N3.4 N3.7 N3.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-005	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 2" de diámetro (alimentación a la ERM-2), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N4.2 N4.4 N4.7 N4.8	ARP-2020-DIST-GAS-ENGIE-006	24	Instalar un indicador - transmisor de presión sobre la tubería de AC de 6" de diámetro (alimentación a la ERM-9), con señal al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N5.1 N5.2 N5.3 N5.4 N5.7 N5.8 N5.9 N6.1 N6.2 N6.3 N6.4 N6.7 N6.8 N6.9 N7.1 N7.2 N7.3 N7.4 N7.7 N7.8 N7.9 N8.1 N8.2 N8.3 N8.4 N8.7 N8.8 N8.9	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-007	60	Elaborar y cumplir con un programa de mantenimiento que incluya: al sistema TALÓN, a las tuberías, a las válvulas de seccionamiento y a las estaciones de regulación de presión y medición.	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N9.1 N9.2 N9.3 N9.4 N9.7 N9.8 N9.9	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-008	60	Incluir monitoreo de presión, flujo y temperatura al nodo 9 "Red de distribución de baja presión al Sector 10" e integrar sus señales al sistema TALÓN	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)
N9.1 N9.2 N9.3 N9.4	ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-009	60	Integrar al programa de mantenimiento de la recomendación ARP-2020-DIST-GAS-TECAMAC-006, las tuberías y válvulas de seccionamiento que conforman el Sector 10	ENGIE	2021 – 2034 (De acuerdo al programa de construcción)



ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS (ARSH)
PROYECTO:
“PLAN ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO OJO DE AGUA, NEXTLALPAN Y
ZUMPANGO”

Escenario de riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de riesgo	Recomendación	Responsable	
N9.7 N9.8 N9.9					

11. ANEXOS

Clave	Descripción	Formato
Anexo A	Documentación de ingeniería	Digital
Anexo B	<i>Curriculum vitae</i> del líder de Análisis de Riesgos	Digital
Anexo C	Acta GMAER, minutas y listas de asistencia	Digital
Anexo D	Hojas de trabajo ¿Qué pasa si...?	Digital
Anexo E	Árboles de fallas	Digital
Anexo F	Análisis de consecuencias – Simulación PHAST	Digital
Anexo G	Informe Técnico	Digital