



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA  
SISTEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y EDUCACIÓN A  
DISTANCIA**



**EVALUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOCIO-  
ESPACIAL DE LOS RIESGOS QUÍMICO-  
TECNOLÓGICOS ASOCIADOS A UNA ESTACIÓN DE  
CARBURACIÓN EN TOLCAYUCA, HIDALGO**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

**PRESENTA  
ALEJANDRO GUZMÁN ROBLES**

**ASESORA:  
DRA. NAXHELLI RUIZ RIVERA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX**

**MAYO, 2019**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

***En memoria de Julián Flores Ruiz, quien falleció  
intoxicado ayudando a evacuar a las personas  
en la explosión de Anaversa en Córdoba, Veracruz.  
Que su acto no quede en el olvido***

## **Agradecimientos**

*Agradezco a la vida por haberme permitido cursar por segunda vez una licenciatura en esta máxima casa de estudios, a la cual le debo mucho de lo que soy y seré.*

*A mi familia, en especial a mi mamá, quien me apoyó incondicionalmente en el inicio y término de esta etapa.*

*A Corina, Sergio y Eduardo por haber sido las personas que me acompañaron en esta travesía desde el principio, con momentos inolvidables.*

*A Mónica, Teresa, Diana, Obed, Julio César, César, Raúl, Oswaldo, Adrián y Rogelio porque también fueron parte este viaje en diferentes circunstancias.*

*A todos los demás compañeros de Geografía SUA, porque gracias a ellos se hizo ameno el tiempo y afianzaron mi amor por el estudio.*

*A los maestros del SUA, que me enseñaron que la Geografía no es lo que yo imaginaba cuando empecé, y sin embargo la aprecie mucho más.*

*A la Dra. Naxhelli Ruiz por su tiempo y sobre todo paciencia para la aportación, revisión y aprobación de este trabajo.*

*A todos los amigos de las diferentes etapas de mi vida, que me apoyaron para salir adelante y poder llegar a esta fase.*

*A los trabajos que tuve en este inter, ya que gracias a ellos pude mantenerme y tener la solvencia para sacar adelante esta segunda carrera.*

*A ACCM América porque gracias a esos tiempos muertos, pude realizar esta tesis en el tiempo marcado.*

*A las personas de la comunidad de Los Ángeles, ya que gracias a la información proporcionada pude sacar conclusiones muy interesantes.*

## INDICE

Capítulo 1. CONCEPTOS BÁSICOS .....	7
1.1 Introducción .....	7
<i>Problema de investigación</i> .....	8
<i>Justificación y contribuciones</i> .....	9
<i>Pregunta central</i> .....	9
<i>Hipótesis</i> .....	9
<i>Objetivo general</i> .....	10
<i>Objetivos particulares</i> .....	10
1.2 Antecedentes.....	10
1.3 Riesgos asociados al manejo de Gas L.P. ....	14
Capítulo 2. MARCO CONTEXTUAL. El riesgo químico asociado a las estaciones de carburación. Caso de estudio.....	17
2.1 Zona de estudio .....	17
2.2 Marco contextual regional .....	18
2.3 Marco contextual municipal.....	21
2.4 Marco regulatorio.....	28
Capítulo 3. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO. Geografía y riesgos químico - tecnológicos. Amenaza, exposición y vulnerabilidad en la construcción del riesgo químico .....	36
3.1 El riesgo tecnológico desde la Geografía .....	36
3.2 La construcción social del riesgo .....	41
3.3 Los conceptos de riesgo, amenaza, exposición y vulnerabilidad .....	44
3.4 El manejo de sustancias químicas peligrosas como riesgo químico-tecnológico .....	47
3.5 Recapitulación.....	48
Capítulo 4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS. Caso de estudio, evidencia, análisis de datos.....	49
4.1 Metodología .....	49
4.2 Radios de afectación.....	50
4.3 Trabajo de campo.....	62
4.4 Índice de riesgo.....	67
4.5 Análisis de resultados .....	75
Capítulo 5. CONCLUSIONES .....	78

Referencias bibliográficas .....	82
<i>Fuentes bibliográficas</i> .....	82
<i>Fuentes hemerográficas</i> .....	85
<i>Fuentes normativas</i> .....	86
Anexo 1. Plan Municipal de Protección Civil Tolcayuca.....	88
Anexo 2. Descripción de los parámetros para el cálculo de índice de riesgo .....	91
Anexo 3. Entrevista al personal de Protección Civil de Tolcayuca y lista de preguntas en entrevista estructurada .....	103

## Índice de tablas

<i>Tabla 1 Principales accidentes que involucraron sustancias químicas peligrosas en México</i> .....	11
<i>Tabla 2 Cronología de algunos accidentes y emergencias ambientales en México relacionadas con el uso del Gas L.P. (1972-2007)</i> .....	12
<i>Tabla 3 Uso del Gas LP en México, Fuente: PEMEX (1998)</i> .....	15
<i>Tabla 4 Cobertura de Atención en Salud en el municipio por Tipo de Institución</i> .....	24
<i>Tabla 5 Capacidad Instalada en Salud por 1er Nivel y 2do Nivel</i> .....	24
<i>Tabla 6 Capacidad de respuesta en Unidades de Primera Atención</i> .....	25
<i>Tabla 7 Albergues en el municipio</i> .....	26
<i>Tabla 8 Leyes, reglamentos y normas aplicables a la operación de una estación de almacenamiento de Gas L.P.</i> .....	29
<i>Tabla 9. Aplicación de la metodología ¿Qué pasa si...? Al caso de estudio</i> .....	51
<i>Tabla 10 Construcción de escenarios de riesgo asociado la manejo del Gas L.P. en la estación</i> .....	51
<i>Tabla 11 Niveles de exposición por radiación térmica</i> .....	59
<i>Tabla 12 Comportamiento de la BLEVE</i> .....	60
<i>Tabla 13 Resumen técnico modelaciones</i> .....	62
<i>Tabla 14 Resultados de las entrevistas</i> .....	65
<i>Tabla 15 Cálculo del índice de riesgo</i> .....	71
<i>Tabla 16 Resultados Índice de riesgo</i> .....	75

## Índice de figuras

<i>Figura 1 Región Pachuca-Tizayuca dentro del Territorio Hidalguense</i> .....	18
<i>Figura 2 Mapa de la región Tizayuca-Pachuca</i> .....	19
<i>Figura 3 Mapa de ubicación de General Felipe Ángeles</i> .....	22
<i>Figura 4 Localización de Servicio de Emergencia contemplados en el Plan de Atención a Emergencias de Tolcayuca</i> .....	25
<i>Figura 5. Localización de la estación de carburación y ubicación de sitios de aglomeración (Fuente: Elaboración propia con el uso de Google Earth)</i> .....	27

<i>Figura 6 Se representa el número de eventos asociados a riesgos tecnológicos a nivel mundial.....</i>	39
<i>Figura 7. La progresión de la vulnerabilidad.....</i>	42
<i>Figura 8. Interacción entre los componentes del riesgo tecnológico y sus posibilidades cartográficas.....</i>	46
<i>Figura 9 Comportamiento de la nube inflamable.....</i>	53
<i>Figura 10 Radios de afectación en el escenario de riesgo 1.....</i>	54
<i>Figura 11 Comportamiento de la nube explosiva.....</i>	55
<i>Figura 12 Radios de afectación en el escenario de riesgo 2.....</i>	56
<i>Figura 13 Comportamiento de la flama tipo jet.....</i>	57
<i>Figura 14 Radios de afectación en el escenario de riesgo 3.....</i>	58
<i>Figura 15 Radios de afectación en el escenario de riesgo 4.....</i>	61
<i>Figura 16 Comparación de los elementos del índice de riesgo.....</i>	75

## Capítulo 1. CONCEPTOS BÁSICOS

### 1.1 Introducción

La geografía tiene como objeto de estudio el espacio. Es en este espacio se establecen los procesos que involucran las relaciones entre los diferentes ámbitos de la sociedad. Un proceso importante del progreso histórico-social de la humanidad es el uso de combustibles.

Estos, por sus características tienen cualidades de riesgo, que por sus propiedades físicas y químicas tienden a generar incendios y en casos más extremos una explosión. La mayoría de estas sustancias consideradas como peligrosas se utilizan de manera frecuente en nuestra vida cotidiana: en nuestra cocina, higiene personal, limpieza, automóvil, escuela, comercios y principalmente la industria.

La mayoría de las personas no está consciente de los efectos negativos que implica utilizarlos, por el hecho de ser algo que se usa *cotidianamente*. Sin embargo, su manejo, almacenamiento o transporte se asocia a accidentes graves, en el que no sólo se afecta al medio ambiente, sino también al ser humano, provocando pérdidas materiales a la población circundante, y en casos extremos, la muerte.

En este trabajo de tesis se pretende demostrar el papel de la vulnerabilidad social en el análisis de los riesgos denominados químico-tecnológicos, desde un punto de vista geográfico; en particular, aquellos relacionados con el manejo del gas L.P. Este gas es una de las sustancias más utilizadas en las casas, industrias y comercios de México, y por lo tanto se construyen un sinnúmero de establecimientos para su almacenamiento y transporte. Sin embargo, por sus características de inflamabilidad, provoca accidentes si las instalaciones no son adecuadas, están en malas condiciones o se tienen malas prácticas en su manejo; y puede afectar tanto a trabajadores como a los vecinos de este tipo de instalaciones.

La gravedad de las consecuencias de este tipo de eventos dependerá de la capacidad de respuesta tanto de la población como de sus autoridades. Es a través del análisis geográfico que se puede determinar qué factores sociales, económicos o políticos e incluso culturales son lo que inciden sobre la capacidad de respuesta en el territorio, permitiendo así aumentar o disminuir el riesgo por la presencia de esta sustancia, tan necesaria para la realización de sus actividades diarias.

El presente trabajo de investigación se plantea analizar los aspectos socio-espaciales como son la vulnerabilidad, la distancia, la concentración y el emplazamiento para determinar riesgo asociado a una estación de carburación de gas L.P., en la localidad de Felipe Ángeles, al sur del Estado de Hidalgo.

El enfoque teórico-metodológico es con base en la construcción del espacio geográfico, considerándolo como un espacio de riesgo creado por todos los actores sociales, económicos y políticos que enmarcan la instalación de almacenamiento de esta sustancia en este lugar y las consecuencias de un evento asociado.



### *Estructura de la tesis*

El presente trabajo de tesis se estructura en cinco capítulos. En esta introducción se plantea el problema de investigación y las contribuciones del trabajo, además de una sección de antecedentes relacionados con el manejo del gas L.P. El capítulo 2 describe el caso de estudio, su marco contextual y regulatorio. En el capítulo 3 se desarrolla el marco teórico metodológico, donde se sintetizan los debates entre la geografía del riesgo, y en particular el riesgo químico tecnológico. El capítulo 4 se realiza el análisis empírico del caso de estudio y se desarrolla un índice de riesgo relacionado con la exposición al gas L.P., integrando a ello un aspecto de vulnerabilidad social y de las capacidades relacionadas a la gestión de emergencias y el manejo de las características peligrosas del gas. El capítulo 5 se muestra las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de los resultados.

### *Problema de investigación*

En nuestro país, muchos asentamientos humanos se localizan cerca de empresas que manejan sustancias químicas peligrosas; sin embargo, pocas veces las autoridades, las personas expuestas y el propio sector empresarial responsable de estas instalaciones conoce el riesgo asociado al manejo de estas sustancias y a las condiciones geográficas de su traslado y uso cotidiano. Eso conduce a diversas situaciones de exposición, y a factores específicos de vulnerabilidad de las personas cercanas a las instalaciones. Cuando se suscita un evento que involucra este tipo de sustancias, no se conocen las medidas de seguridad adecuadas y puede haber afectaciones considerables.

El riesgo químico-tecnológico se incrementa por la exposición de la población, debido al emplazamiento que permite la instalación de establecimientos que manejan estas sustancias en sitios no adecuados. Además, la falta de capacidad de respuesta de las empresas o del gobierno local, contribuye al riesgo quienes carecen de equipos de atención de emergencia adecuados.

Estos “espacios de riesgo” han sido creados tanto por la localización de estas empresas, como por la ocupación de asentamientos en áreas periféricas de las ciudades, en mayor medida por gente de escasos recursos, debido a diversas situaciones económico-políticas, acceden a estos lugares por el bajo costo del suelo.

Este proyecto se aboca a comprender los componentes del riesgo químico asociado al manejo de gas L.P. en una estación de carburación en Tolcayuca, Hidalgo; para este análisis espacial se tomará en cuenta tanto la concentración y manejo de la sustancia, la exposición a través de la distancia y características del entorno, y la vulnerabilidad social a través de las características de las viviendas, así como la caracterización de la capacidad de respuesta de la población y autoridades ante esta emergencia.

### *Justificación y contribuciones*

Este trabajo aportará al área de la geografía de los riesgos, sus componentes y su génesis desde el punto de vista de la construcción social del espacio. La mayoría de los estudios al respecto no toman en cuenta los múltiples aspectos del contexto social circundante a las empresas que manejan sustancias químicas peligrosas que pueden dañar el entorno. Además, los vacíos legales y la falta de datos acerca de los accidentes de índole químico por parte de las autoridades, no permite realizar una estimación adecuada de riesgos asociados al manejo de sustancias químicas en instancias públicas y privadas.

Se requiere revisar el enfoque científico-ingenieril del riesgo, el cual tiene como base el análisis cuantitativo de éste, a través de instrumentos como el uso de indicadores de impacto, cálculos de probabilidad y complejas modelaciones con ayuda de programas de cómputo como el análisis multivariable y la incorporación de los resultados en un SIG. En este trabajo, se establecerá una propuesta que permita evaluar el riesgo a través de un índice que incluye datos cuantitativos y cualitativos, incluyendo la capacidad de respuesta de los actores gubernamentales y de la población a través del análisis del marco regulatorio, y la vulnerabilidad social que influye de manera determinante en la evaluación de este tipo de riesgos.

### *Pregunta central*

¿Qué factores socio-espaciales determinan en mayor medida el riesgo asociado a la instalación de una estación de carburación en el municipio de Tolcayuca, en el Estado de Hidalgo?

### *Hipótesis*

La baja capacidad de respuesta de los diferentes actores ante un posible evento que involucra una sustancia química peligrosa, por la cercanía de la población al estación y la falta de servicio de salud cercanos aumenta la exposición y la vulnerabilidad social ante un evento de explosión por el almacenamiento de 10,000 litros gas L.P., en la estación de carburación de la comunidad de Felipe Ángeles, en el municipio de Tolcayuca, Hidalgo, generándose un riesgo alto (definido como una alta probabilidad de daño con consecuencias irreparables), para los habitantes expuestos (que viven o laboran al menos a 300 metros a la redonda de esta instalación).

El riesgo se construye a partir de un índice que contiene los siguientes aspectos: la facilidad administrativa para la construcción de estas instalaciones en zonas semiurbanas, los servicios con que cuenta la población respecto al almacenamiento y distribución de este energético, aunado a la falta de información acerca de los riesgos que implica esta actividad económica.

### *Objetivo general*

Analizar los factores geográficos (sociales, económicos y políticos) que permiten valorar el riesgo ante un evento de explosión en una estación de carburación en la localidad de Felipe Ángeles, en el municipio de Tolcayuca, Hidalgo a través del cálculo de un índice.

### *Objetivos particulares*

- Realizar un diagnóstico para la identificación de los factores geográficos que aumentan la vulnerabilidad por riesgos químicos por la instalación de una estación de carburación de gas L.P.
- Identificar todos aquellos actores sociales que participan en este proceso y entender cuáles son las relaciones entre ellos
- Establecer acciones o propuestas para la inclusión de esta metodología en los estudios de riesgo y/o protección civil que hasta el momento sólo tiene un enfoque científico-ingenieril

## **1.2 Antecedentes**

Muchos de los accidentes que involucran el manejo de sustancias químicas peligrosas, se han dado en instalaciones por diferentes causas, entre ellas: instalaciones obsoletas, localización en zonas de alta concentración de la población, la falta de infraestructura para la atención de emergencias y el desconocimiento de la población sobre el riesgo al que están expuestos.

En el ámbito internacional destacan el caso de la Bahía de Minamata en Japón en 1956; Seveso, Italia en 1976 y el desastre de Bhopal, India en 1984. En este último se liberó un gas tóxico de una planta de insecticidas, falleciendo miles de personas y cientos de miles resultaron afectadas (Albert, 2015) Un conjunto de factores sociales y económicos incidieron para que se aumentara el riesgo por el manejo de estas sustancias, más que la amenaza asociada a las propiedades de la sustancia.

Estos accidentes tuvieron un impacto considerable a nivel internacional. De acuerdo con Vega (2013: 35) “pusieron de manifiesto las implicaciones nocivas al medio ambiente y la salud humana del modelo de desarrollo imperante”.

En su libro México Tóxico, Lilia Albert (2015) nos menciona que en nuestro país no existe una legislación adecuada para el manejo de dichas sustancias y un inventario incompleto del manejo y almacenamiento de las mismas. En México se estima que hay más de 600 emergencias asociadas con materiales peligrosos por año (PROFEPA, 2014), y que al menos cada 12 meses, ocurre una importante.

A continuación se hace una breve descripción de los principales accidentes que involucraron este tipo de sustancias en el país:

*Tabla 1 Principales accidentes que involucraron sustancias químicas peligrosas en México*

Lugar y año	Responsable	Evento	Consecuencias
Poza Rica, Veracruz 25 de diciembre de 1950	PEMEX	Fuga de gas fosgeno	17 muertos y 300 intoxicados
Pozo Ixtoc I Sonda de Campeche junio 1979 a marzo 1980	PEMEX	Incendio ocasionado por derrame de petróleo y gas a presión	Gran impacto ecológico ocasionado por la liberación de 3100000 barriles de petróleo. El derrame duró 281 días.
Coatzacoalcos, Veracruz 11 de marzo de 1991	PEMEX	Explosión de cloro en planta petroquímica Pajaritos	2 muertos; 122 lesionados. Ocasionó 10 millones de dólares o más en daños a terceros.
Córdoba, Veracruz 3 de mayo de 1991	Agricultura Nacional de Veracruz (ANAVERSA)	Explosión seguida de incendio en formuladora de plaguicidas. La nube de gases tóxicos cubrió la tercera parte de la ciudad	300 lesionados, 5 bomberos gravemente afectados y 1700 personas evacuadas. Se desconoce el número de muertos asociado a este accidente
Guadalajara, Jalisco 22 de abril de 1992	PEMEX	Explosión de hidrocarburos en drenaje por la corrosión y mala ubicación de un ducto de gasolina.	Más de 206 muertos, 1500 lesionados y 6500 evacuados. Ocasionó 10 millones de dólares o más en daños a terceros.  1547 edificios dañados, 600 vehículos dañados, 13 kilómetros de calles destruidas.  Se destruyeron 1402 casas y 450 negocios
San Juan Ixhuatepec, Estado de México 11 de noviembre de 1996	PEMEX	Fuga e incendio de 83000 barriles de gasolina y 2250 barriles de producto fuera de especificación	5000 personas evacuadas y daños materiales de 3000 millones de pesos.  4 muertos y 15 lesionados
Tultepec, Estado de México 13 de octubre de 1998	Sin datos	Explosión en el Barrio San Rafael por mal manejo de pólvora. La onda expansiva alcanzó un diámetro de 800 metros	10 muertos, 35 lesionados, 40 casas destruidas y 150 afectados.
Salamanca, Guanajuato 12 de septiembre de 2000	Tekchem, S.A. de C.V.	Fuga en un reactor de malatión (plaguicida)	Más de 6,000 lesionados y entre 60,000 y 80000 evacuados.
Nanchital, Veracruz 22 de diciembre de 2004	PEMEX	Derrame de 10000 barriles de petróleo en oleoducto.	Contaminación del Río Coatzacoalcos. Afectación de 15000 habitantes y 20000 m3 de suelo
San Juan de Sabinas, Coahuila 19 de febrero de 2006	Mina Pasta de Conchos, Grupo México	Explosión en mina de carbón	65 mineros atrapados y muertos y 11 mineros quemados

Lugar y año	Responsable	Evento	Consecuencias
San Martín Texmelucan, Puebla  19 de diciembre de 2010	PEMEX	Explosión en oleoducto por toma clandestina	29 muertos, 52 lesionados, 200 refugiados y 30 casas completamente destruidas.
Cananea, Sonora  6 de agosto de 2014	Buenavista del Cobre, Grupo México	Derrame de 40 millones de litros de sulfato de cobre acidificado y metales pesados en el Rio Bacanuchi.	Afectación de 7 municipios aledaños a este río y al Sonora. Cierre de pozos, contaminación del agua y suelo aledaños y 270 personas sufrieron quemaduras.
Tlahuelilpan, Hidalgo  18 de enero de 2019	PEMEX	Explosión en poliducto que transportaba gasolina a la Refinería de Tula por una toma clandestina.	135 muertos y 13 heridos (Animal Político, 2019)

*Modificado de Albert (2015)*

Esta información da una idea clara de las enormes proporciones que puede tomar una emergencia asociada con sustancias peligrosas, cuyas consecuencias, en la mayor parte de los casos, se traducen en lamentables pérdidas humanas, graves afectaciones al medio ambiente y/o cuantiosas pérdidas materiales, cuando no se toman las adecuadas medidas de prevención y no se está preparado para responder, rápida y eficazmente, a esta clase de eventos.

Respecto al Gas L.P., también se han presentado emergencias importantes. A continuación se presenta una tabla con la cronología de algunos accidentes que se han presentado por el manejo de esta sustancia.

*Tabla 2 Cronología de algunos accidentes y emergencias ambientales en México relacionadas con el uso del Gas L.P. (1972-2007)*

Lugar y año	Responsable	Tipo de evento	Consecuencias
Chihuahua, Chihuahua  7 de julio de 1972	Estación Jiménez de Ferrocarriles	Explosión en transporte ferroviario con gas butano. La explosión fue de dos tanques de ferrocarril	Más de 8 muertos, 800 lesionados
Sánchez Magallanes, Tabasco  2 de noviembre de 1978	PEMEX	Explosión en tubería que transportaba gas	41 muertos; 32 lesionados
San Juan Ixhuatepec, Tlalnepantla, Estado de México  19 de noviembre de 1984	PEMEX Terminal Satélite Norte	Explosión de tanque de almacenamiento de Gas L.P.  Fugas y explosiones de más de 15,000 metros cúbicos de gas L.P. Hubo un total de 12 explosiones mayores que afectaron un radio de más de 800 metros.  Para el control del siniestro se requirió la ayuda de	Más de 500 muertos, más de 2,500 lesionados; más de 200,000 personas evacuadas. Los daños materiales fueron cuantiosos.

Lugar y año	Responsable	Tipo de evento	Consecuencias
		más de 7,000 personas, incluidos más de 200 bomberos, tanto de Pemex como del DF y varios municipios del Estado de México.	
San Luis Potosí, San Luis Potosí 29 de diciembre de 1991	Sin datos	Fuga de gas butano	40 lesionados
Maltrata, Veracruz 5 de junio de 2003	PEMEX	Petróleo crudo, gas natural y gas L.P. Ruptura de ductos por alud de agua, piedras y lodo. La ruptura de un oleoducto y un gasoducto provocada por la corriente del Rio Chiquito, en la zona conocida como La Balastrea, generó una explosión que dejó varios muertos y unos 80 heridos, muchos de ellos niños, que sufrieron quemaduras en 80 y 90 por ciento de su cuerpo. Miles de litros del hidrocarburo alcanzaron al río, cuyo caudal los arrastró al Rio Blanco.	10 muertos, 19 lesionados, 2263 evacuados y afectación de un área de suelo no cuantificada. Más de 24,000 personas fueron evacuadas.
Salamanca y Celaya, Guanajuato 5 de julio de 2007	PEMEX	Dos explosiones ocurridas en Gasoductos Guanajuato-Guadalajara	5,000 personas desalojadas
Mata Verde y Ciudad Mendoza, Veracruz 10 de septiembre de 2007	PEMEX	Cuatro explosiones y una fuga de gas en los ductos de PEMEX	Huida de cientos de personas por temor a nuevas explosiones
Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México 29 de enero de 2015	Gas Express	Explosión de pipa de gas L.P. en el Hospital Materno Infantil de Cuajimalpa por fuga en la manguera de despacho.	5 personas muertas y 72 heridos. Daños en el 70% del inmueble
Coscomatepec, Veracruz 24 de marzo de 2015	Estación de servicio la Unión	Explosión en estación de carburación por almacenamiento de cilindros de gas con remanentes de esta sustancia	3 trabajadores con quemaduras de tercer grado (Zamudio, 2015)
Hermosillo, Sonora 26 de junio de 2019	Estación de carburación DiesGas	Incendio provocado por el relleno de un cilindro es la estación de carburación	2 personas quemadas (Escobar, 2019)

*Modificado de Albert (2015)*

Estos datos permiten ver que el número de accidentes en México han aumentado su frecuencia. Esto va relacionado con la creciente demanda de productos químicos tanto nacionales como importados y por el incumplimiento legal en el que se incurre por malas prácticas. Para el seguimiento a esta política es necesario que existan datos sobre el entorno, el origen de la contaminación, y las consecuencias de estos eventos. De acuerdo con PROFEPA (2014) en el periodo comprendido entre 1993 a 2012 se presentaron 7,998 emergencias químicas, las cuales afectaron una población de 241,785 personas, es decir en promedio 35 personas afectadas diariamente.

De acuerdo con el CENAPRED (2019) se han suscitado 604 accidentes relacionados con el manejo de gas L.P. de los cuales 283 son por transporte, 261 son de origen urbano y 60 de origen industrial.

### **1.3 Riesgos asociados al manejo de Gas L.P.**

El Gas Licuado de Petróleo mejor conocido como Gas L.P. es una mezcla de gas propano y butano, considerados hidrocarburos derivados del petróleo. Entre sus características principales es no tener color ni olor, debido a esto último se le agrega otro gas denominado mercaptano para que se pueda percibir en caso de una fuga.

Lo que lo hace particularmente peligroso es que es inflamable, es decir arde a concentraciones muy baja. En casas y comercios se almacena a alta presión para poder permanecer en estado líquido y facilitar su manejo. Esta alta presión puede ocasionar fugas, si existe una ruptura en la tubería o en el cuerpo del tanque. Si se presenta una fuga, se debe medir su concentración para saber si puede provocar un incendio y una posterior explosión (Atlanta Seguridad, 2018).

El incremento en el uso de este combustible en casas e industria, ha provocado que aumente el número de accidentes relacionados con el manejo, almacenamiento y transporte de este material, no sólo en México, sino también a nivel mundial.

El impacto que tiene este tipo de eventos es considerable a la salud de los individuos expuestos (quemaduras y otro tipo de lesiones asociadas a una explosión), a las propiedades circundantes y al medio ambiente.

Debido a lo anterior, las empresas que se dedican al transporte, almacenamiento y distribución de gas L.P., deben conocer los riesgos asociados a sus instalaciones y determinar las medidas de seguridad, dentro y fuera del establecimiento, que deberán aplicarse para reducir al mínimo el riesgo (CENAPRED, 2001).

Si se suscita un incendio, este puede provocar quemaduras considerables, en función de la exposición a la radiación térmica y el tiempo al que se esté expuesto. Además se considera que la exposición a los gases producto de la combustión también puede generar asfixia. En el caso de una explosión, se generan ondas que pueden causar la muerte de las personas cercanas a la instalación, además de destrucción de las construcciones circundantes a estas instalaciones.

Para el Gas L.P., se puede presentar un evento denominado BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) que en español se traduce como explosión por expansión de líquido en ebullición. En un BLEVE las ondas de sobrepresión se dan por la expansión súbita del líquido almacenado, aumentando su volumen más de 200 veces. Este tipo de explosión es frecuente cuando se tiene un evento de incendio descontrolado y se ha observado que tiene un alcance mucho mayor que una explosión normal asociada a este sustancia (CENAPRED, 2001).

De acuerdo con la nota publicada en el periódico Excélsior de Hernández (2018) en la Ciudad de México se registran un promedio de 33 incidentes diarios (12,000 al año) relacionados con fugas de gas debido a las malas conexiones, al deterioro de los cilindros y de los tanques estacionarios que se descuidan.

El uso del gas L.P. representa alrededor del 10% del requerimiento energético de México; entre los principales usos a los cuáles se destina este hidrocarburo se encuentran los mostrados en la siguiente tabla:

Uso	Porcentaje (%)
Residencial	70
Comercial	15
Industrial	6
Transporte	7
Agropecuario	2

*Tabla 3 Uso del Gas LP en México, Fuente: PEMEX (1998)*

#### *Llenado de cilindros*

La forma más común de manejar el gas L.P. tanto en casas como en comercios es a través de cilindros de 20 o 30 kg.

En la nota del periódico El Financiero de Chávez (2015) se menciona que la Comisión de Hacienda de la Cámara de Diputados, determinó que en el país existen más de 24 millones de cilindros de gas que se ofrecen al público, de los cuales se estima que 40 por ciento no tienen condiciones adecuadas para seguir en funcionamiento “Un gran porcentaje de los cilindros de gas LP presentan abolladuras, protuberancias, perforaciones, corrosión y fugas; lo mismo ocurre en pipas y tanques estacionarios”.

Actualmente existe una nueva modalidad para el llenado de tanques denominado picteleo. Esta actividad consiste en el relleno de un cilindro de gas usado, vendiendo por litro esta sustancia. El riesgo asociado además de que se puede presentar una fuga por las malas condiciones del cilindro, es el transporte en automóviles particulares y la instalación realizada por la persona que lo compró, aumentando el riesgo no solo en la estación sino también en las casas. De acuerdo a las fuentes periodísticas este tipo de instalaciones de llenado ha crecido debido a “los altos precios del combustible, necesario para actividades diarias en el hogar, y a muchas familias no les alcanza para comprar tanques completos, por lo que optan por rellenar de acuerdo a sus posibilidades económicas”. (TVG, 2018)

De acuerdo con la nota del periódico El Independiente de Hidalgo de Trejo (2016) la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004 menciona que las estaciones de carburación tienen como finalidad el abastecer el gas L.P. a vehículos que lo utilizan como combustible y que en el Estado de Hidalgo existen diversos establecimientos del tipo que violan esta norma al rellenar cilindros de 20 y 30 kilos bajo el riesgoso método conocido como picteleo.

Por la situación económica precaria muchas familias, optan por comprar en este tipo de establecimientos, poniéndose en riesgo incluso volviéndose cómplices de un delito al



recurrir a este servicio por la necesidad de tener que rellenar sus cilindros ante la imposibilidad de comprar el tanque lleno (Diario 24-7 de Querétaro, 2018).

De acuerdo con la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (2017) el llenado parcial de cilindros requiere de la regularización a través de: “el uso correcto de las llenaderas, la designación de una zona delimitada, el establecimiento de una zona de revisión de éstos a efecto de verificar las condiciones de seguridad por personal capacitado”, con el fin de evitar un accidente con consecuencias graves, no sólo para el personal de estas estaciones; sino también para las personas, infraestructura y construcciones que se encuentren dentro del radio de afectación.

## **Capítulo 2. MARCO CONTEXTUAL. El riesgo químico asociado a las estaciones de carburación. Caso de estudio**

El presente capítulo tiene como finalidad dar un contexto socio-espacial al caso de estudio objeto de este trabajo de investigación. Se menciona las principales características geográficas de la localidad, así como el marco regulatorio que norma este tipo de instalaciones y cuáles son los lineamientos en materia de protección civil que pide tanto el estado como el municipio en la cual se localiza dicha estación, con el fin de entender si la autoridad tiene la atribución para poder realizar las políticas públicas necesarias para regular los riesgos químicos tecnológicos derivados de la instalación de estaciones de gas en esta región.

### **2.1 Zona de estudio**

Como se mencionó anteriormente, las estaciones de carburación por sus características pueden presentar un riesgo a la comunidad circundante si no se cuenta con la infraestructura adecuada para el almacenamiento del gas y a su vez la necesaria en caso de un evento que pueda provocar un incendio y posteriormente una explosión, que podría afectar las casas colindantes a este sitio. El caso de estudio que se aborda en esta tesis es el de la colonia Felipe Ángeles, al sur del Estado de Hidalgo, municipio de Tolcayuca; lo considero relevante por la carencia de infraestructura de mitigación, que genera una exposición a la población. Adicionalmente, la esta estación se construyó en el año 2015 por la demanda de combustible a menor precio tanto de la población de la localidad como otras circundantes, dada la escasez de infraestructura para la instalación de red de gas natural y/o paneles solares. Las personas de esta comunidad no estuvieron de acuerdo con su instalación en un principio, pero se terminó aceptando su construcción y operación.

Cabe señalar que en esta población abundan los pequeños comercios de comida, sobre todo en la orilla de la autopista México-Pachuca, como la única actividad económica preponderante en la localidad. No destaca por ser atractivo turístico ni tener actividad industrial importante pero si es un espacio que en el futuro podría ser ocupado por la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México hacia la de Pachuca.

La localidad, mejor conocida como Los Ángeles, se asienta a un costado de la Autopista México-Pachuca a la altura del kilómetro 65 de acuerdo con el INEGI (2010) cuenta con una población de 4,112 habitantes.

El gas L.P. es el combustible más usado a nivel nacional. Este tipo de localidades aún no cuentan con instalaciones para el abasto de gas natural y por ello el principal energético usado en casas, comercios y escuelas, es esta sustancia.

Cabe destacar que la empresa que abastece de gas a esta estación es Gas Imperial, localizada en el municipio de Tulancingo, Hidalgo a 75 kilómetros. Este gas a su vez proviene de los ductos que pasan por esta región proveniente de Poza Rica, Veracruz, donde se encuentra el Complejo Procesador de Gas de PEMEX.

El crecimiento de la distribución de este tipo de instalaciones impacta a nivel regional de acuerdo al testimonio, el C. Rodolfo Luna Hernández, líder de Unión de Gaseros Coordinados de Hidalgo:

En Tulancingo, Apan, Ciudad Sahagún y Tolcayuca, esta competencia desleal, ya que acapara hasta 50 por ciento del mercado a las empresas y gaseros independientes que se dedican a la distribución de gas en cilindros correctamente sellados. En este último municipio, específicamente en la colonia Los Ángeles opera un centro de carburación que prácticamente acaparó 90 por ciento de la venta” (Diario El Independiente de Hidalgo, 2016).

## 2.2 Marco contextual regional

El municipio de Tolcayuca se considera parte de la Microrregión XVI denominada Valle Pachuca-Tizayuca (Figura 1), en conformidad con el Decreto que determina la regionalización del Estado Libre y Soberano de Hidalgo emitido en el Periódico Oficial del Estado el 25 de diciembre de 2017 (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2017).

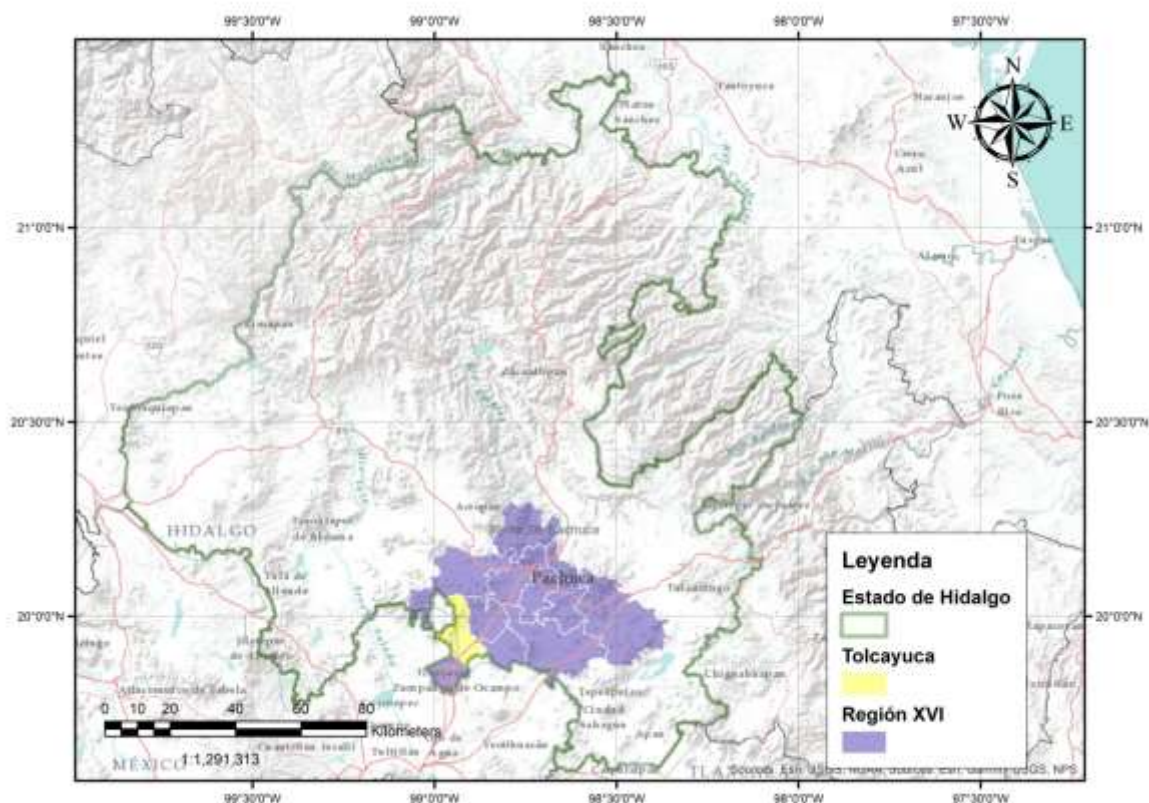


Figura 1 Región Pachuca-Tizayuca dentro del Territorio Hidalguense.

Fuente: Gobierno Municipal de Tizayuca, Hidalgo, disponible en <http://www.tizayuca.gob.mx/Transparencia/IMDUyV/Articulo70/IncisoF/ORDENAMIENTOECOLOGICO/PROGRAMAECOLOGICOREGIONVALLEPACHUCATIZAYUCA.pdf> (Abril, 2019)

En otro documento, que propone otra regionalización el Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana del Valle de Tizayuca (PDUOTZMVT) generado en el año de 2011, esta zona ha tenido un proceso de crecimiento urbano



### ***Características físicas de la zona***

La región del Valle Pachuca-Tizayuca cuenta con pendientes menores al 5%, del 5 al 15% y mayores del 15%, predominando aquellas menores al 5%, ubicándose dentro de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico, subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Esta provincia se caracteriza por presentar extensas planicies, limitadas elevaciones de origen volcánico, conformando cuencas endorreicas. La planicie principal se alinea en el sentido NNE-SSW por unos 70 km. Se originó por el relleno de una depresión con materiales Vulcano-sedimentarios provenientes de las elevaciones que lo rodean, formándose zonas lacustres y llanuras de inundación (PDUOTZMVT, 2011).

El clima de la región, gracias a su altitud y latitud de acuerdo con la clasificación de climas ideada por Köppen y modificada por E. García (1964), se considera que es Semiseco Templado (BS1kw(w)). Esto implica que se cuente con escasa precipitación y temperaturas extremas, además de ser una zona donde predominan vientos por arriba de los 15 km/h .

Debido a este clima semiseco, los cuerpos de agua son escasos, predominando sólo el Río de Las Avenidas, el cual nace en la sierra situada al norte de la Ciudad de Pachuca, para después recorrer la planicie desde esta ciudad hasta Tizayuca atravesando la zona en con una dirección N-S, una vez que atraviesa Tizayuca llega a la presa Los Manantiales la cual vierte sus excedentes en el Gran Canal de Desagüe para finalmente integrarse al Río Tula. En términos generales el agua subterránea de esta cuenca es de buena calidad para cualquier uso, pero existen zonas como Téllez y Tizayuca, donde se detectan índices de contaminación de tipo orgánica e inorgánica (Álvarez, 1993).

La cuenca del Río de las Avenidas aporta en promedio 1.3 m<sup>3</sup>/s de agua para cubrir las necesidades de la zona metropolitana Pachuca-Tizayuca e inclusive de localidades como Cd. Sahagún y Zumpango en el Estado de México (Álvarez, 1993). Respecto al uso de suelo se consideran principalmente como: asentamientos humanos, bosques, cuerpos de agua, matorrales de diversos tipos, los usos agrícolas, entre otros (PDUOTZMVT, 2011).

### ***Características urbano-regionales y económicas de la región***

La zona metropolitana Pachuca-Tizayuca presenta un crecimiento urbano acelerado en las últimas décadas, con una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de hasta 10.87, el cual es bastante considerable y de no ordenarse este crecimiento adecuadamente, se generará un caos urbano de grandes dimensiones (PDUOTZMVT, 2011).

La topografía plana con pendientes entre 0 y 5 % presente en esta zona se considera es la más adecuada para la construcción de parques industriales, conjuntos habitacionales y en general para la mayoría de las actividades que requieren de un uso de suelo de carácter urbano.

Por otro lado, se prevé la posibilidad de un desarrollo industrial y la incorporación de centros logísticos dentro de esta región. Esto puede traer como consecuencia el desarrollo de conjuntos habitacionales y de servicios que tendrían un impacto en la generación de empleos a nivel local y regional, propiciando la llegada de personas con

que necesitarán de equipamiento urbano, servicios urbanos, transporte y vivienda y con ello la demanda de energéticos, aumentando así la presencia de gaseras, gasolineras y la llegada de la red de gas natural a esta zona (PDUOTZMVT, 2011). Este mismo documento prevé que el impacto socioeconómico esperado originado por este fenómeno de crecimiento urbano y de aumento de la población, tendría efectos importantes por el aumento de la incidencia de los riesgos urbanos, sobre todo aquellos asociados a los riesgos químico-tecnológicos, el consumo de alimentos, demanda de materiales de la construcción y energéticos, y la necesidad de mejora en las condiciones sociales de las comunidades que actualmente están asentadas en esta región (PDUOTZMVT, 2011).

### **Infraestructura y conectividad geográfica**

En la zona del Valle Pachuca-Tizayuca y en sus inmediaciones existen diversas obras de infraestructura de carácter regional las cuales generan un impacto local importante. Tal es el caso de: la vialidad Arco Norte (construido en el año 2009), el Circuito Exterior Mexiquense, la propuesta del aeropuerto de Tizayuca y el túnel Emisor Oriente entre otras, derivadas de la saturación que presenta la Ciudad de México. La zona cuenta con conexiones a una red de carreteras regionales y autopistas libres y de cuota que la conectan con diversas ciudades y regiones del país como Puebla y Veracruz al oriente, con Querétaro y hasta Nuevo Laredo al norte y pronto con el Bajío y Manzanillo al poniente, todo sin pasar por la Ciudad de México. También se prevén las obras de ampliación a 6 carriles del acceso de Pachuca a la Ciudad de México agilizando la llegada y salida de vehículos en esta zona.

Por lo tanto, esta zona está ubicada en un sitio estratégico a nivel regional y nacional, con una integración a puntos de importancia como son: el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y el de Toluca, con las zonas industriales en Cuautitlán-México, en Lechería, Tula-Tepejí y Vallejo, y con 5 de las autopistas de mayor relevancia en el País (México-Querétaro, México-Puebla, Atlacomulco- Guadalajara, México-Pachuca y Las Pirámides-Tulancingo-Tuxpan) (PDUOTZMVT, 2011).

## **2.3 Marco contextual municipal**

### ***Características físicas***

Este municipio colinda al norte y poniente con el Municipio de San Agustín Tlaxiaca; al oriente con los Municipios de Zapotlán y Villa de Tezontepec, y al sur con los de Tizayuca y el Estado de México. En cuanto a su posición geográfica, se ubica a una latitud norte de 19° 57', longitud oeste de 98° 55', alcanzando una altitud de 2,360 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a su extensión, registra una superficie territorial de 120.80 kilómetros cuadrados.

Entre las características físicas a nivel local destaca que la vegetación que cubre la mayor parte de este municipio está formada de matorrales inermes y espinosos como el nopal, el maguey, las yucas, el cardón, el nopal y árbol de pirul. Estos por sus características son de estatura baja y la mayor parte del año son de carácter seco lo que aumenta la incidencia de incendios forestales. Su fauna está integrada por los mamíferos como

conejo, coyote, lobo, zorrillo y ardillas. También se compone de varios tipos de reptiles, insectos y una gran variedad de arácnidos.

El tipo de suelo predominante es el Phaeozem, el cual se considera de tipo semidesértico, coincidiendo con el clima regional antes mencionado. La capa superficial es rica en materia orgánica y nutrientes, por lo que su uso es agrícola y de agostadero principalmente, destacando los cultivos de cebada, nopal y maguey en las inmediaciones de las poblaciones principales. La tenencia de la tierra, es en primer lugar ejidal, comunal y privada.

La localidad de Felipe Ángeles, localizada al sur del municipio, se asienta sobre la Autopista México-Pachuca (Figura 4), a una altitud de 2,331 msnm. De acuerdo a esta figura, se encuentra sobre la planicie del denominado Valle Tizayuca-Pachuca, sin que se observen elevaciones importantes ni cuerpos de agua cercanos.

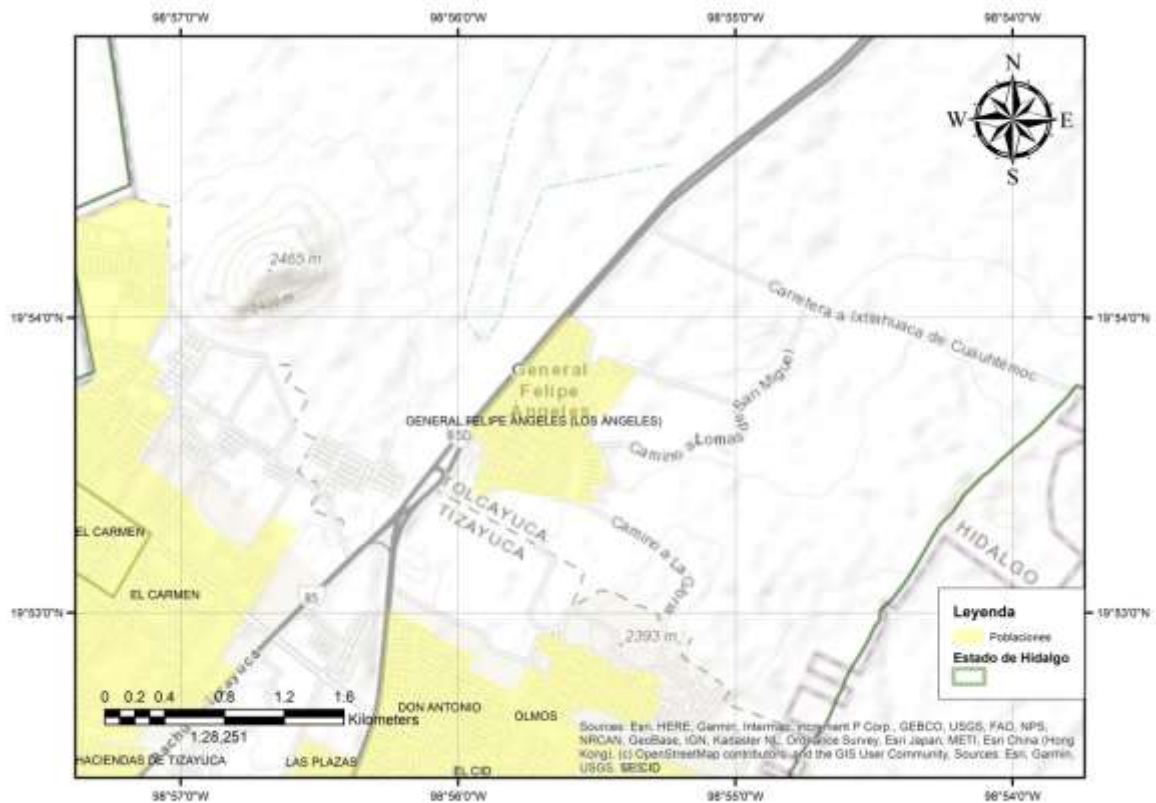


Figura 3 Mapa de ubicación de General Felipe Ángeles

(Fuente: Mapa Digital de México, INEGI, 2019)

### Características socioeconómicas

El municipio cuenta con un total de 16,733 habitantes de los cuales 8,098 son hombres y 8,635 mujeres, de acuerdo con los resultados que presentó el INEGI en la Encuesta Intercensal 2015.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal de Tolcayuca elaborado por el H. Ayuntamiento de Tolcayuca (2016: 14) en el municipio “existen once escuelas de educación preescolar, once escuelas de educación primaria, tres escuelas de educación secundaria, dos escuelas de educación media y una escuela de educación superior” y se cuenta con “tres Unidades Médicas de Servicios de Salud, de SSAH, de las cuales dos son de consulta externa y uno de hospitalización especializada, además de contar con consultorios rurales, pero estas sólo funcionan en un solo turno”. Además “existen un total de 4,362 viviendas particulares habitadas con un promedio de 3.8 habitantes por vivienda (INEGI, 2015) y la mayoría de estas cuentan con servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, electrificación, alumbrado público, pavimentación, y panteón” (H. Ayuntamiento de Tolcayuca, 2016: 15).

Sin embargo, dentro del Plan de Desarrollo Municipal se destaca que tanto en cabecera y localidades no se tiene la infraestructura suficiente de estos servicios por lo que es importante generar una política pública que atienda en este aspecto.

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2016); la agricultura municipal destaca “la producción de cultivos como: cebada de grano (3,900 ha), avena forrajera (1,080 ha), maíz grano (93 ha), Maguey pulquero (80 ha), frijol (49 ha), trigo grano (12 ha) y tuna (8.5 ha)”. Además “se cría ganado ovino con un total de 40,785 cabezas, de las cuales 25,490 son para carne y 15,295 para lana, caprino con 3,670 cabezas, porcino con 26,780 cabezas y bovino un total de 2,968 cabezas, de las cuales 1,680 de carne y 1,288 de leche” (H. Ayuntamiento de Tolcayuca, 2016: 16).

En el sector secundario existen “34 industrias, 49 comercios registrados, 6 granjas para la venta de animales, además cerca de 65 prestadores de distintos servicios, se realizan tres tianguis, y en dos puntos del municipio se da atención del programa de abasto social Liconsa, también cuenta con expendios de semillas de cebada, frijol, avena y maíz principalmente” (H. Ayuntamiento de Tolcayuca, 2016: 16). Sin embargo este Plan menciona que “el desarrollo económico ha sido limitado debido a que se ha vivido una pérdida de capacidad productiva en la industria; y en el aspecto turístico, la actividad se ha visto limitada por la falta de programas y fomento en los distintos medios de comunicación” (H. Ayuntamiento de Tolcayuca, 2016: 26).

De acuerdo con el INEGI, en el 2015, Tolcayuca ocupa el lugar 78 a nivel estatal dentro de rezago social. El municipio menciona que “existe un deterioro en las unidades o establecimientos de atención médica tanto en equipamiento, instrumental y medicamentos, lo cual impide una atención integral, adecuada y de calidad” (H. Ayuntamiento de Tolcayuca, 2016: 44). Esto provoca que se tengan que trasladar a unidades hospitalarias en las ciudades de Tizayuca y Pachuca, aumentando el tiempo de traslado y de espera para la atención.

### *Servicios de salud*

El centro de salud de la localidad no cuenta con los insumos suficientes para atender a la población, por lo cual acuden a la Unidad Básica de Rehabilitación dependiente del DIF Tolcayuca.



*Tabla 4 Cobertura de Atención en Salud en el municipio por Tipo de Institución*

<b>Institución</b>	<b>Población</b>	<b>%</b>
SSH	8,615	60.05
IMSS	4,865	33.91
ISSSTE	628	4.38
Otras	238	1.66

Fuente: Municipio de Tolcayuca, 2018

*Tabla 5 Capacidad Instalada en Salud por 1er Nivel y 2do Nivel*

<b>Localidad</b>	<b>Servicios de salud</b>
General Felipe Ángeles (Los Ángeles)	1 clínica
San Miguel Eyacalco	1 hospital
Tolcayuca	1 clínica

Fuente: Municipio de Tolcayuca, 2018

#### Hospitales de Referencia

##### Hospital General "A" de Pachuca

Carretera Pachuca-Tulancingo No. 101, Cd. De los Niños, C.P. 42070 Pachuca, Hgo., localizado a 45 kilómetros de Los Ángeles.

##### Hospital Regional de Alta Especialidad de Zumpango

Carretera Zumpango-Jilotzingo 400 Barrio de Santiago 2a Sección, 55600 Zumpango de Ocampo, Méx. localizado a 23 kilómetros de Los Ángeles.

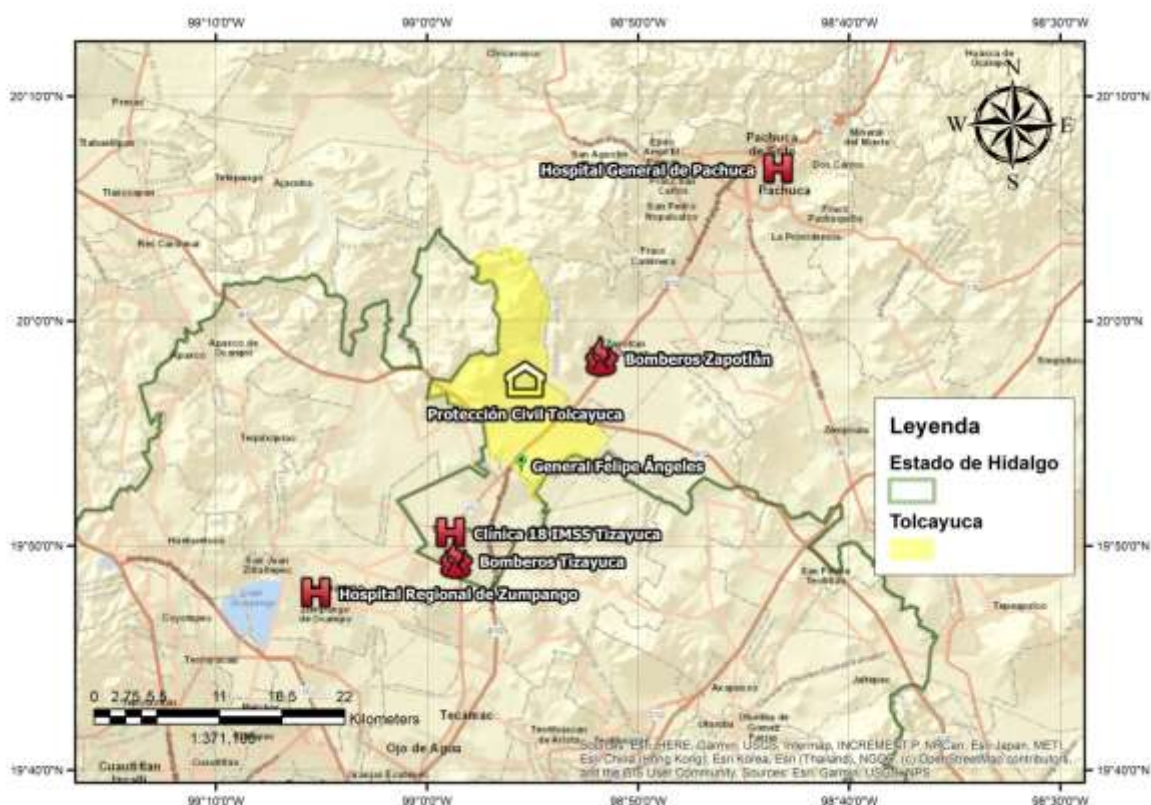


Figura 4 Localización de Servicio de Emergencia contemplados en el Plan de Atención a Emergencias de Tolcayuca

Fuente: (Elaboración propia a partir de información de la plataforma Google Earth)

De acuerdo con la información del municipio de Tolcayuca (2018), se cuenta con la siguiente infraestructura para la atención de salud de la población

Tabla 6 Capacidad de respuesta en Unidades de Primera Atención

Unidad	Consultorios	Médicos	Enfermeras	Camas
HGSSA003924 Tolcayuca	3	4	7	3
HGSSA003936 General Felipe Ángeles (Los Ángeles)	1	1	3	1
HGSSA0033941 Hospital Psiquiátrico Villa Ocaranza	-	17	138	5

Fuente: Dirección de Atención de Primer Nivel y Dirección de Planeación y Desarrollo en Salud (Mayo, 2016)

*Tabla 7 Albergues en el municipio*

<b>Inmueble</b>	<b>Dirección</b>	<b>Capacidad en Personas</b>
Auditorio	Calle 5 de mayo No. 1	50
Iglesia-Copusi	Francisco I. Madero e Ignacio Allende	30
Iglesia	San Judas Tadeo / 16 de septiembre	30
Iglesia-Copusi	Plaza principal	30
Auditorio	Narciso Mendoza	50

Fuente: Relación de refugios temporales 2013, Dirección de Protección Civil del Estado de Hidalgo

En cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Ley General de Desarrollo Social (LGDS), el CONEVAL informa las estimaciones de pobreza en México y para cada entidad federativa. Para el año 2010 la CONAPO considera que el grado de marginación en el municipio es bajo y un índice de desarrollo humano alto (0.83)

La estación de carburación perteneciente a la empresa Gas Imperial, no sólo abastece a la comunidad de los Ángeles, sino también a las poblaciones de Tezontepec, Hidalgo e Ixtlahuaca en el Estado de México por su cercanía y bajo costo.

Dentro de un radio de 300 metros a la estación se trazó un buffer (Figura 5) para localizar los sitios de aglomeración de la población cercanos a la estación como son:

- Iglesia de Nuestra Señora de Los Ángeles
- Escuela primaria "Ignacio Zaragoza"
- Centro Deportivo municipal
- Centro de Salud
- Plaza principal

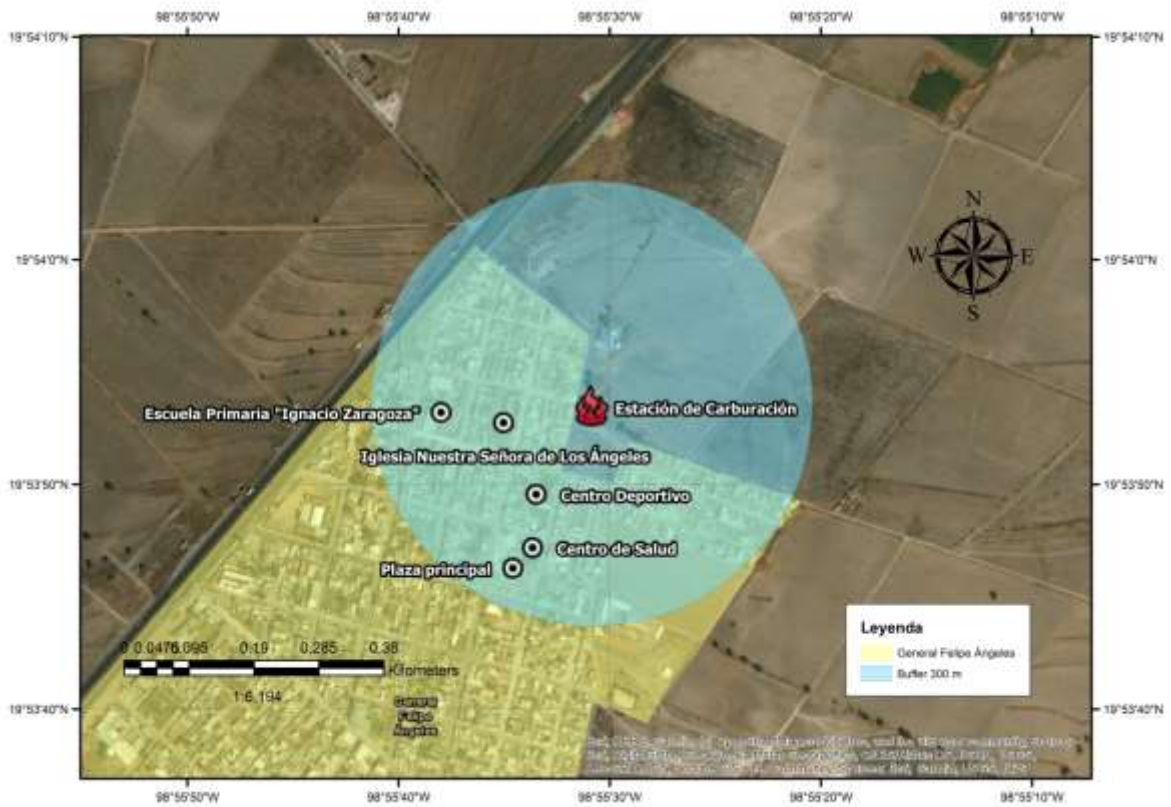


Figura 5. Localización de la estación de carburación y ubicación de sitios de aglomeración (Fuente: Elaboración propia)

## 2.4 Marco regulatorio

El gas L.P. es una de las sustancias químicas más usadas en México, ya que de acuerdo con la SENER (2017), 7 de cada 10 familias mexicanas utilizan este combustible para satisfacer sus necesidades domésticas.

De acuerdo con la SENER (2017), la Reforma Energética intenta redefinir las actividades que integran la cadena de valor de los hidrocarburos, a fin de impulsar la transformación del sector hacia un mercado más eficiente, competitivo y confiable, permitiendo la participación de empresas productivas del Estado (EPE) y empresas privadas en igualdad de circunstancias, para garantizar el abasto seguro y eficiente de gas L.P. y demás hidrocarburos en todo el territorio nacional.

En el documento llamado Prospectiva del Gas L.P. 2017-2031 de la SENER (2017) se menciona que la regulación de las actividades que conforman a la cadena de valor de los hidrocarburos están vigiladas por:

*1. Comisión Reguladora de Energía (CRE), quien regula y promueve el desarrollo eficiente de las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, comercialización así como el expendio al público y gestión de los sistemas integrados de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos; además expide disposiciones de aplicación general para la regulación de las actividades del sector, en el ámbito de su competencia, al igual que la determinación de las contraprestaciones, precios y tarifas aplicables*

*2. Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), quien es un órgano regulador coordinado en materia energética con personalidad jurídica, técnica, operativa y de gestión propia para emitir sus propias resoluciones y de manera eficiente y confiable promueve las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos de manera sustentable para propiciar la inversión y el crecimiento económico*

*3. Secretaría de Energía (SENER), quien regula y supervisa las actividades de tratamiento y refinación de petróleo, el procesamiento de gas natural y el comercio exterior de los hidrocarburos, determinando la política pública en materia energética a fin de salvaguardar los intereses y la seguridad nacional. Además, en conjunto con la Comisión Reguladora de Energía establece los permisos correspondientes que deben cumplir los permisionarios respecto a dicha política pública*

*4. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), quien establece el régimen de los ingresos que recibe el País derivado de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos que se realicen a través de las asignaciones y contratos a que se refiere la ley de hidrocarburos, así como las contraprestaciones de los contratos*

*5. Secretaría de Gobernación (SEGOB), quien tiene por objeto establecer los delitos en particular y sanciones aplicables en materia de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos y demás bienes asociados al proceso de producción, transporte, almacenamiento y distribución de hidrocarburos*

*6. Petróleos Mexicanos (PEMEX), quien tiene como fin el desarrollo de actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en materia de hidrocarburos, generando valor económico y*

*rentabilidad para el país, procurando el mejoramiento de la productividad para maximizar la renta petrolera y contribuir al desarrollo nacional*

*7. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien a través de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, tiene a su cargo el ejercicio de las facultades que resulten aplicables en materia de seguridad industrial, operativa y protección al medio ambiente para el sector de hidrocarburos.*

A continuación, se muestra un compendio de las leyes, reglamentos y normas que le aplican a las estaciones de carburación de gas L.P.

*Tabla 8 Leyes, reglamentos y normas aplicables a la operación de una estación de almacenamiento de Gas L.P.*

Marco jurídico	Artículo(s)	Observaciones
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	25	El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.
Ley de Hidrocarburos	48, 49, 59, 77, 118, 120	<p>Autorizaciones para el almacenamiento y comercialización de hidrocarburos</p> <p>Los Hidrocarburos, los Petrolíferos y los Petroquímicos deberán transportarse, almacenarse, distribuirse, enajenarse, expendirse y suministrarse sin alteración, de conformidad con lo que establece esta Ley y demás disposiciones aplicables</p> <p>Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria de Hidrocarburos atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar</p> <p>Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de las comunidades y pueblos indígenas en los que se desarrollen proyectos de la industria de Hidrocarburos, la Secretaría de Energía deberá llevar a cabo los procedimientos de consulta previa, libre e informada necesarios y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y las dependencias que correspondan.</p> <p>- Los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en materia de Hidrocarburos, así como los Asignatarios y Contratistas, deberán presentar a la Secretaría de Energía una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación y los planes de gestión social correspondientes, en los términos que señale el Reglamento de esta Ley</p>
Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de	Art. 6° Fracción I	<p>La regulación que emita la Agencia será publicada en el Diario Oficial de la Federación y deberá comprender, entre otros aspectos, los siguientes: I. En materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa:</p> <p>La prevención y contención de derrames y fugas de hidrocarburos en las</p>

Marco jurídico	Artículo(s)	Observaciones
Protección al Medio Ambiente		instalaciones y actividades del Sector, así como los procesos de remediación de las afectaciones que en su caso resulten, en coordinación con las unidades administrativas de la Secretaría; c) El requerimiento de garantías o cualquier otro instrumento financiero necesario para que los Regulados cuenten con coberturas financieras contingentes frente a daños o perjuicios que se pudieran generar. Dicha regulación deberá contar con la opinión favorable de la Secretaría de Energía y de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y d) La integridad física y operativa de las instalaciones; el análisis de riesgo y los planes de atención de contingencias y emergencias, así como su cumplimiento.
Ley Federal para Prevenir y Sancionar los Delitos Cometidos en Materia de Hidrocarburos	Art 9 Fracciones I y II	<p>- Se sancionará a quien: I. Compre, enajene, reciba, adquiera, comercialice o negocie hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, sin derecho y sin consentimiento de asignatarios, contratistas, permisionarios, distribuidores o de quien pueda disponer de ellos con arreglo a la ley.</p> <p>Resguarde, transporte, almacene, distribuya, posea, suministre u oculte hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, sin derecho y sin consentimiento de asignatarios, contratistas, permisionarios, distribuidores o de quien pueda disponer de ellos con arreglo a la ley</p>
Reglamento de la Ley de Hidrocarburos	79, 86	<p>Los Asignatarios o Contratistas, así como los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en la Industria de Hidrocarburos deberán presentar a la Secretaría, la Evaluación de Impacto Social a que se refiere el artículo 121 de la Ley.</p> <p>La Consulta Previa a comunidades y pueblos indígenas se realizará a través de sus instituciones representativas y mediante procedimientos apropiados, con el fin de alcanzar un acuerdo u obtener el consentimiento libre e informado.</p> <p>La Consulta Previa observará los principios rectores de buena fe, libertad, información, pertinencia cultural, transparencia, acomodo y razonabilidad. Asimismo, seguirá los estándares nacionales e internacionales en la materia.</p>
Ley General de Protección Civil	65	Los fenómenos antropogénicos, son en esencia provocados por la actividad humana y no por un fenómeno natural. Generan un marco de responsabilidad civil, por lo que no son competencia de los Instrumentos Financieros de Gestión de Riesgos previstos en esta Ley. Dichos fenómenos encuentran responsabilidad en su atención, regulación y supervisión en el marco de las competencias establecidas por las Leyes locales a las entidades federativas, municipios, demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, y en el ámbito federal, a través de las instancias públicas federales, según correspondan.
Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo	37 fracción IX, 45	<p>Artículo 37.- Quienes pretendan llevar alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente autorización en materia de impacto ambiental:</p> <p>IX. Almacenamiento y trasvaso de sustancias químicas</p> <p>Artículo 45.- El Reglamento de esta Ley y los listados que para el efecto se emitan, establecerán la clasificación de las actividades que deban considerarse riesgosas, en virtud de la naturaleza, características o</p>

Marco jurídico	Artículo(s)	Observaciones
		<p>volumen de los materiales, sustancias o combustibles que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, la ubicación del establecimiento.</p> <p>Artículo 46.- Quienes realicen actividades riesgosas, que por sus características no estén sujetas a la obtención de la autorización previa en materia de impacto ambiental deberán presentar un estudio de riesgo. Una vez presentado el estudio de riesgo y el programa de prevención de accidentes, se deberá resolver sobre su autorización en los plazos que establezca el Reglamento de esta Ley en la materia. Artículo 47.- Sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Ley en materia de estudios de riesgo, las personas que realicen actividades riesgosas, deberán observar las medidas preventivas, de control y correctivas, establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas o determinadas por las Autoridades competentes conforme a la Ley de Protección Civil para el Estado de Hidalgo y las demás disposiciones aplicables, para prevenir y controlar accidentes que puedan afectar la integridad de las personas o del ambiente</p> <p>Artículo 49.- Los municipios propondrán que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios que de conformidad con esta Ley o con la Ley General, sean considerados riesgosos o altamente riesgosos, por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente</p>
Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo	5, 15, 21, 26, 28, 35, 36, 48	<p>El sistema Estatal de Protección Civil, contará para su adecuado funcionamiento con el Programa Nacional, Estatal y Municipales de protección civil, directorio de participantes, inventarios de recursos materiales y humanos dirigidos al fortalecimiento de los instrumentos de organización de las instituciones que se sustenten en un enfoque de gestión integral del riesgo.</p> <p>La Unidad Estatal de Protección Civil, contará con instalaciones, materiales, equipo, recursos humanos y financieros, suficientes para su eficaz funcionamiento y desarrollo, de acuerdo con el presupuesto autorizado</p> <p>El Sistema Municipal de protección civil, es el primer nivel de respuesta y de gestión ante la ocurrencia de algún agente perturbador, que afecte a la población, a sus bienes y a su entorno.</p> <p>El Consejo Municipal de Protección Civil, tendrá la atribución siguiente: I.- Establecer acciones coordinadas con los respectivos sistemas de protección civil de los Municipios colindantes, con el Sistema Estatal y con los sectores público, social y privado, para prevenir y atender integralmente los desastres ocasionados por la ocurrencia de algún agente perturbador.</p> <p>Artículo 28.- Corresponde a los Municipios de la Entidad, dentro de sus respectivos ámbitos de competencia:</p> <p>I.- Formular y conducir las acciones de prevención y atención de riesgos en materia de protección civil municipal, de manera congruente con los</p>



Marco jurídico	Artículo(s)	Observaciones
		<p>programas estatales; II.- Atender en forma inmediata las situaciones de emergencia que se presenten y afecten a la población del municipio, por la presencia de algún agente perturbador; III.- Concertar acciones con el H. Cuerpo de bomberos municipal, red municipal de brigadistas comunitarios, grupos voluntarios y con los sectores público, social y privado, en materia de protección civil y gestión de riesgos, conforme a lo que se establece en ésta ley; IV.- Establecer acciones y comunicación con la unidad Estatal de protección civil, en caso de incumplimiento a los Reglamentos, Bandos y disposiciones Municipales, en materia de protección civil para los efectos legales conducentes;</p> <p>Artículo 35.- La Unidad Municipal de Protección Civil, tendrá las siguientes atribuciones: I.- Identificar los riesgos, la vulnerabilidad y el grado de resiliencia propios de cada municipio así como ser el primer nivel de respuesta para la atención de todo tipo de emergencias que se susciten dentro del municipio;</p> <p>Artículo 36.- El Comité Municipal de Emergencias es el órgano temporal, que se constituye como puesto de mando unificado, para la atención de situaciones de desastre, dar auxilio oportuno a la población damnificada y gestionar la rehabilitación de los servicios públicos afectados</p> <p>Artículo 48.- La autoridades Estatales y Municipales, fomentarán la cultura en materia de protección civil entre la población, mediante su participación individual y colectiva.</p> <p>Artículo 50.- Con el propósito de fomentar dicha cultura, las autoridades Educativas, dentro de sus ámbitos de competencia, deberán: I. Incorporar contenidos temáticos de protección civil en todos los niveles educativos públicos y privados, considerándola como asignatura obligatoria; II. Impulsar programas dirigidos a la población en general que le permita conocer de forma clara mecanismos de prevención y autoprotección; III. Elaborar, estructurar y promocionar campañas de difusión sobre temas de su competencia relacionados con la protección civil; y IV. Promover la celebración de convenios con los sectores público, social, privado y educativo con el objeto de difundir la cultura de protección civil.</p> <p>Artículo 53.- Cualquier persona tiene el derecho y el deber jurídico de denunciar ante la Autoridad Estatal o Municipal, todo hecho, acto u omisión que cause o provoque situaciones de peligro o riesgo para la población.</p> <p>Artículo 63.- Los instrumentos financieros de gestión de riesgos tienen como objetivo, proporcionar recursos a las instancias Municipales, para la realización de acciones de prevención, atención y recuperación ante situaciones de emergencia o de desastre natural.</p> <p><b>Artículo 71.- Los fenómenos antropogénicos, son en esencia provocados por la actividad humana y no por un fenómeno natural. Generan un marco de responsabilidad civil, por lo que no son competencia de los instrumentos financieros de gestión de riesgos previstos en esta ley.</b></p> <p>Dichos fenómenos encuentran responsabilidad en su atención, regulación</p>

Marco jurídico	Artículo(s)	Observaciones																				
		y supervisión en el marco de las competencias establecidas por las Leyes Federales, Estatales y Municipales a través de las instancias según correspondan.																				
NOM-003-SEDG-2004	1	Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos técnicos mínimos de seguridad que se deben observar y cumplir en el diseño y construcción de estaciones de Gas L.P., para carburación con almacenamiento fijo, que se destinan exclusivamente a llenar recipientes con Gas L.P. de los vehículos que lo utilizan como combustible																				
NOM-004-SEDG-	6.1.3.10.4	Si el recipiente no portátil tiene diez años o más de fabricado, debe contar con un dictamen vigente que evalúe los espesores del cuerpo y las cabezas, realizado por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002 o la que la sustituya.																				
NOM-001-SESH-2014	4.2.1.26	<p>Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento.</p> <p>Las distancias mínimas entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente de sus recipientes de almacenamiento deben ser las siguientes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Almacén de combustible externo</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>b) Almacén de explosivos</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>c) Casa habitación</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>d) Escuela</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>e) Hospital</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>f) Iglesia</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>g) Lugar de reunión</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Elemento	Distancia (m)	a) Almacén de combustible externo	100	b) Almacén de explosivos	100	c) Casa habitación	100	d) Escuela	100	e) Hospital	100	f) Iglesia	100	g) Lugar de reunión	100	h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	30	i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación	15
Elemento	Distancia (m)																					
a) Almacén de combustible externo	100																					
b) Almacén de explosivos	100																					
c) Casa habitación	100																					
d) Escuela	100																					
e) Hospital	100																					
f) Iglesia	100																					
g) Lugar de reunión	100																					
h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	30																					
i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación	15																					
NOM-EM-004-ASEA-2017  Especificaciones y requisitos en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y	5.1, 5.3.1, 5.6.1, 5.7, 7.1.1	<p>La instalación para el Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo, por medio del llenado parcial o total de Recipientes Portátiles a presión, debe estar en un área independiente destinada para esta actividad</p> <p>Entre la tangente de los Recipientes de almacenamiento de una Estación de Servicio con Fin Específico para el Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo, por medio del llenado parcial o total de Recipientes Portátiles a presión y los centros hospitalarios, unidades deportivas, lugares de concentración pública, edificaciones o inmuebles con concurrencia de personas debe de haber como mínimo una distancia de 30.00 m, y En el caso de la distancia entre la tangente de los Recipientes de almacenamiento de una Estación de Servicio con Fin Específico para el Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo, por medio del llenado parcial o total de Recipientes Portátiles a presión a una Unidad Habitacional Multifamiliar, esta distancia debe de ser de 30.00 m como mínimo.</p> <p>Las áreas de riesgo deben estar protegidas mediante sistemas de seguridad cuya finalidad es detectar, alarmar, controlar, mitigar y minimizar las consecuencias de fugas, derrames, incendios o explosiones del Gas</p>																				

Marco jurídico	Artículo(s)	Observaciones
desmantelamiento de estaciones de servicio con fin específico para el expendio al público de gas licuado de petróleo, por medio del llenado parcial o total de recipientes portátiles a presión.		<p>Licuado de Petróleo.</p> <p>La protección debe ser por medio de extintores portátiles y deben estar especificada y cumplir con la función de sofocar fuego de las Clases ABC;</p> <p>El Regulado debe contar con un Análisis de Riesgos aplicado al Diseño de la Estación de Servicio con Fin Específico para el Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo, por medio del llenado parcial o total de Recipientes Portátiles a presión, elaborado por una persona moral con reconocimiento nacional o internacional, de conformidad con la regulación que en materia de análisis de riesgos emita la Agencia.</p> <p>Cualquier Estación de Servicio con Fin Específico para el Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo, por medio del llenado parcial o total de Recipientes Portátiles a presión, que se planee construir o se construya a una distancia menor de 100 m de los límites del predio de otra instalación que maneje hidrocarburos o petrolíferos o instalación que debido a los inventarios y tipo de sustancias que procesen o almacenen pueden representar un riesgo para la instalación, por lo que debe atender las recomendaciones derivadas de los escenarios de riesgo y las consecuencias probables de impacto sinérgico, considerando los inventarios globales de las otras instalaciones, y</p> <p>Las recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgos para el Diseño de la Estación de Servicio con Fin Específico para el Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo, por medio del llenado parcial o total de Recipientes Portátiles a presión deben ser implementadas en los tiempos y etapas especificadas en dicho análisis.</p> <p><b>Competencia del personal</b></p> <p>El Regulado debe capacitar y entrenar al personal que opere y realice el Mantenimiento a la instalación, para que sea competente en los procedimientos indicados en la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia.</p>

Fuente: elaboración propia con base en el marco legal citado

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiente (LGEEPA, 1996) define como material peligroso a aquellos "elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales por sus características, corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas". De acuerdo a esta definición, el gas LP es un material peligroso ya que es inflamable y puede llegar a explotar bajo ciertas condiciones, por lo que debe estar sujeto a la normatividad emitida para tales sustancias.

El gas LP, a su vez, se encuentra incluido en el Segundo Listado de actividades altamente riesgosas que corresponde a aquellas que manejan sustancias inflamables y explosivas, expedido por la Secretaría de Gobernación y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de mayo de 1992, en el cual se considera de alto riesgo quien rebasa los 50,000 kilogramos de almacenamiento de esta sustancia.

De acuerdo al Artículo 20, fracción II, de la LGEEPA (1996), se señala que "se establecerán lineamientos y estrategias para la localización de las actividades productivas y de los asentamientos humanos, como parte del ordenamiento ecológico del territorio y en el Artículo 23, fracciones II y VI, se establece que no deberán permitirse usos

habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población, dentro de lo que se considere como zona de salvaguardia”.

Por último, en lo que respecta al artículo 145 de la misma LGEEPA, la ley especifica que:

*La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) promoverá que en la determinación de los usos de suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente tomándose en consideración: a) Las condiciones topográficas, meteorológicas, climatológicas, geológicas y sísmicas de las zonas, b) Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos, c) Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate, d) La compatibilidad con otras actividades de la zona, e) La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas, y f) La infraestructura para la dotación de servicios básicos. (DOF, 2019)*

Como se puede observar el marco regulatorio es amplio, pero debido a la reciente creación de las instituciones que efectúan la vigilancia de la aplicación de estas normativas como es el caso de la ASEA, aun no se regularizado muchas de las instalaciones como la del caso de estudio. Cabe destacar también que a pesar de que se cuenta con Programas de Desarrollo Urbano y de Plan Municipal de Desarrollo estos no consideran este tipo de riesgos, lo cual es importante destacar en la medición de la capacidad tanto del gobierno local como estatal para establecer instrumentos de prevención y mitigación de este tipo de riesgos.

### **Capítulo 3. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO. Geografía y riesgos químico - tecnológicos. Amenaza, exposición y vulnerabilidad en la construcción del riesgo químico**

#### **3.1 El riesgo tecnológico desde la Geografía**

De acuerdo con María Ángeles Díaz (1995:7), un riesgo tecnológico puede ser considerado de forma simple como “la probabilidad de fallos accidentales o la amenaza para la salud y el medio, derivados del mal diseño, gestión o funcionamiento de actividades industriales o de infraestructuras”. A su vez, estos riesgos no sólo están asociados a la amenaza que presenta la sustancia, sino también a la forma que en que se da su emplazamiento espacial, es decir su ubicación, distancia a casas o comercios, infraestructura de transporte, concentración y características de la población en sus alrededores, así como del equipamiento urbano con que se cuenta en la localidad donde se asienta.

Estos procesos han sido relativamente poco estudiados con respecto a los riesgos asociados a fenómenos geológicos e hidrometeorológicos; sin embargo, se considera es crucial entender su importancia, debido a que la tecnología tiene un carácter fundamental en el desarrollo de la humanidad, ya que por un lado eleva la calidad de vida de las personas; pero por otro lado puede incrementar la probabilidad de daño tanto al medio ambiente como a la sociedad que las utiliza.

La geografía es como ciencia integral donde existen puntos de intersección entre teoría y metodologías entre las ciencias naturales y sociales, por ello se considera que es la más adecuada para entender los riesgos y vulnerabilidades. Dentro de la Geografía, el estudio de los riesgos tecnológicos es relativamente reciente teniendo como base los estudios sobre riesgos naturales (Sauri Pujol, 1993).

De acuerdo con Coy (2010: 15) “las ciencias naturales intentan buscar relaciones entre la amenaza (peligro natural) y la propensión (o vulnerabilidad) y por otro lado la capacidad de superación (o *resiliencia*), enfocándose en el grado de probabilidad y las consecuencias potenciales de un evento”.

Estos conceptos tuvieron mucha importancia sobre todo para aquellas investigaciones dedicadas al estudio de los riesgos naturales, sin embargo, no fue aceptado dentro del campo de la economía política, ya que se consideró que los factores económicos, políticos y sociales son clave en la generación de los riesgos y, por lo tanto, hay que incluirlos en el estudio de éstos (Susman et al., 1983; Saurí Pujol, 1988). En consecuencia, la definición de los riesgos naturales ha cambiado de ser del origen dominantes de las fuerzas de la naturaleza a un enfoque en el cual éstos se derivan exclusivamente del ámbito social (Saurí Pujol, 1995).

Con el desarrollo de las ciencias sociales se generó una oposición a estos enfoques, por lo tanto el concepto de riesgo no se basa en el estudio de un evento, sino en la forma cómo se genera ese riesgo, a través de que procesos y percepciones sociales, para saber

cómo estos influyen sobre el comportamiento humano, aumentando o disminuyendo el riesgo (Coy, 2010).

Entonces los riesgos desde el punto de vista de las ciencias sociales “no son estudiados como un fenómeno de origen externo sino como una construcción mental a partir de las acciones cotidianas y resultado de las experiencias, con la influencia del contexto cultural, social y económico” (Renn, 2007:20).

Respecto a los riesgos tecnológicos, los cuales a estos autores son eminentemente sociales, estos no pueden definirse como divino o natural, si no que estos se crean a partir de la tecnología la cual es una concepción humana. Por lo tanto, el riesgo tecnológico es socialmente construido Por eso no se puede entender el riesgo sin tomar en cuenta el contexto en que éste ocurre.

Saurí nos menciona que: “los riesgos tecnológicos han de definirse antes de todo como fallos en sistemas tecnológicos, pero también y a menudo más importante, como fallos en los sistemas políticos, económicos y sociales que regulan el uso de estas tecnologías” (Saurí Pujol, 1995:151). De acuerdo con este mismo autor (como se cita en el estudio de Simon y Kan, 1984) “algunos indicadores como son la esperanza de vida de la población y el desarrollo agrícola e industrial nos indican que la tecnología ha mejorado las condiciones al grado que se afirma que la humanidad nunca ha gozado de una situación de bienestar como la actual”. Pero a la par, considera que también sucede lo contrario: “a mayor progreso tecnológico, mayor número de riesgos y mayor degradación del medio ambiente” (Saurí Pujol, 1995).

Desde los años setenta se han realizado una serie de estudios geográficos en el campo de la psicología social con el fin de comprender cuál es la percepción de la población sobre los riesgos tecnológicos, demostrando que hay una relación de cotidianidad con la tecnología. Esto es debido a que sólo se valoran como riesgosos aquellos que son de probabilidad muy remota como lo son aquellos que involucran la generación y uso de la energía nuclear a otros riesgos de mayores mortalidades anuales pero más familiares o cotidianas como son las quemaduras (Saurí Pujol, 1995).

En la percepción de la población de los riesgos tecnológicos, y la forma de estudiarse desde el ámbito académico, existen algunas características que los hacen diferentes a los considerados riesgos naturales. En este planteamiento coinciden diversos autores como (Zeigler, 1983; Karan et al.,1986; Smith, 1992; Saurí, 1995):

*1.- Los riesgos tecnológicos, en cierta medida, se pueden considerar "impuestos", en el sentido de que se derivan de un modo de producción o una tecnología deliberadamente elegida por alguien (es decir no están determinados por el medio físico).*

*2.- Los efectos de los riesgos tecnológicos pueden ser intensificados por una localización inapropiada de la actividad que los origina (proximidad a población vulnerable, potenciación de posibles riesgos naturales)*

3.- *Existe un alto grado de incertidumbre respecto a sus consecuencias sobre el medio ambiente y la salud pública. La breve historia de algunas de las tecnologías actualmente en uso impide tener una experiencia sobre la que basar previsiones acerca de sus efectos presentes y futuros.*

4.- *En muchos casos, los aspectos negativos de las tecnologías son invisibles o difícilmente perceptibles a partir de la experiencia cotidiana. La incertidumbre sobre un posible e inadvertido contacto durante un tiempo difícil de determinar con aguas o alimentos contaminados, por ejemplo, acentúa el efecto de miedo y desconfianza de la población ante los riesgos tecnológicos.*

5.- *La percepción de este tipo de riesgos está influida por la existencia de eventos de muy baja probabilidad de ocurrencia pero de alto potencial de daño, incluso a escala mundial, como fue el accidente de la central nuclear de Chernóbil. (Díaz, 1995:7)*

Estos riesgos asociados al desarrollo tecnológico son debidos a las propiedades inherentes a los productos en sus condiciones de manejo, almacenamiento, transportación y almacenaje. El riesgo en el manejo de las sustancias químicas peligrosas está determinado por la naturaleza de sus compuestos, o bien por factores externos a los mismos, por la falta de procedimientos adecuados para su uso, ya sea por fallas de las instalaciones o equipos, mala administración, o también por un comportamiento humano inadecuado, generado este último básicamente por un desconocimiento de la peligrosidad del producto o proceso que involucra a la sustancia así como la deficiencia o ausencia de la capacitación adecuada para seguir los procedimientos necesarios para garantizar la seguridad en el manejo de estas sustancias (CENAPRED, 2006).

De acuerdo con Liñayo (2001) en los últimos años se han generado eventos de origen antrópico que evidencian la carencia de las ciudades para gestionar sus riesgos tecnológicos ya que la mayoría de estas gestiones se da en el interior de las organizaciones industriales que almacenan o procesan materiales peligrosos. Es decir, los análisis de riesgos sólo se limitan a las instalaciones de las empresas y al personal interno sin que se tome en cuenta a las personas que están alrededor de dicha empresa.

Es por ello que en los últimos 30 años el número de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas han aumentado a nivel mundial. De acuerdo a los datos recopilados por diferentes organizaciones, se observa un crecimiento exponencial en la incidencia de estos accidentes lo que provoca alteraciones económicas y sobre todo sociales, especialmente en los países subdesarrollados.

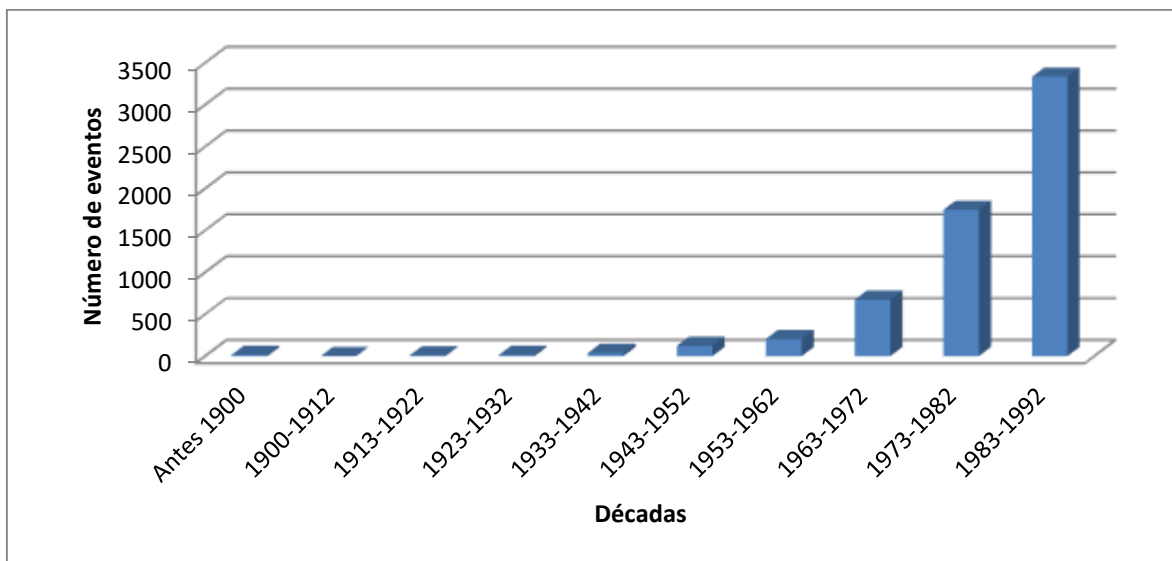


Figura 6 Se representa el número de eventos asociados a riesgos tecnológicos a nivel mundial

Fuente: Wilches, et al. (1995) “Historical analysis of accidents in chemical plants and hazardous materials transportation”

Como se observa, es a partir de la década de los ochenta del siglo XX que los accidentes asociados al manejo de sustancias peligrosas se incrementaron de manera considerable. Esto a pesar de que no se equipara con las pérdidas humanas y materiales por desastres relacionados con fenómenos naturales, si se observa que la tendencia es al alza.

Liñayo (2001) nos dice que gracias a que la sociedad no ha sido considerada dentro de este tipo de análisis, la regulación no contempla las distancias o criterios necesarios para la coexistencia entre las instalaciones que manejan estas sustancias y la población circundante, sumando a la falta de políticas públicas para la gestión local de riesgos, con el fin de prevenir este tipo de desastres haciendo especial énfasis en la comunicación de los riesgos a la población circundante. Aquí radica la importancia del análisis geográfico de este tipo de riesgos.

De acuerdo con Ruiz (2017) los impactos derivados de las actividades que involucran el manejo de sustancias químicas peligrosas han aumentado, dada la demanda de energéticos y productos derivados de la transformación como son la minería y el petróleo. Sin embargo, Ruiz nos menciona que las investigaciones y el diseño e implementación de las políticas públicas están enfocadas en el riesgo asociado a las amenazas naturales, lo que lleva a una gestión de riesgos químicos deficiente.

Este caso en particular se ha dado con mayor frecuencia en los países latinoamericanos donde estas políticas públicas, si es que llegan a existir, son difíciles de implementar dado la falta de investigación acerca del contexto social, económico, político y cultural en el que se establecen este tipo de instalaciones. Sumado a lo expuesto anteriormente, los análisis de riesgos sólo se enfocan en las empresas, haciendo énfasis en la protección de las instalaciones y de su personal interno sin que se comunique a las comunidades, a pesar de compartir este “espacio de riesgo”.



Por ello es tan importante la regulación de este tipo de instalaciones, por un sin número de factores se vean rodeadas de población, se debe obligar a las empresas a realizar campañas de concientización y comunicación del riesgo al que están expuestos y las medidas para su protección, o en su defecto, buscar otro espacio en donde el riesgo se vea disminuido.

### 3.2 La construcción social del riesgo

Desde la Geografía, con apoyo de la psicología ambiental y social, se pueden estudiar las relaciones entre las personas y el espacio en el que están inmersos, expresado teóricamente como la construcción social de lugares, de donde se destacan el espacio simbólico, la identidad y el apego al lugar como principales conceptos (Vidal, 2005).

El espacio de interés para este trabajo es el espacio social producido por las relaciones sociales entre los actores que involucran el proceso de construcción del espacio de riesgo. De acuerdo con Delgado (2003: 87) “la construcción social del espacio y del tiempo opera con la fuerza total de los hechos objetivos a los que todos los individuos e instituciones responden necesariamente”. Es decir, para estudiar el riesgo como una construcción social, es necesario reconocer todos aquellos actores que tienen influencia sobre el hecho o fenómeno estudiado y la forma en que se relacionan.

García (2005) menciona que el concepto de construcción social del riesgo se desarrolló en Francia en la década de los 80 a través de la obra colectiva titulada *La société vulnérable*. En uno de los apartados de dicha obra, Duclos (1987:91) menciona que “la percepción de los riesgos está marcada por la falta de información y la omisión del contexto social en la definición del riesgo”. Para ello se plantea la generación del riesgo como un proceso y no como un evento que se va gestando a lo largo del tiempo y que implica la creación de un modelo alternativo para el estudio de los desastres (García, 2005).

Este modelo alternativo tiene como base que el riesgo multidimensional es resultado de la relación entre amenaza y vulnerabilidad que se construyen en el espacio con el paso del tiempo (García, 2005).

Martín Coy (2010) menciona que el sociólogo Niklas Luhmann, influyó con su “Sociología del Riesgo” de gran manera sobre la discusión dentro de las ciencias sociales del concepto de riesgo. Para ello es necesario realizar la diferencia entre peligro y riesgo. Luhmann entiende por peligro “una situación dañina de origen externo, por ejemplo, atribuible al medio ambiente” (Coy, 2010: 16). Por otro lado, el riesgo “se refiere a cuando los posibles daños son consecuencia de decisiones tomadas” (Coy, 2010: 16). De acuerdo a este esquema, el desarrollo social es el causante de convertir peligros en riesgos. Martín Coy (2010:17) nos dice “la producción social de riqueza, facilitada entre otras por la producción industrial, nuevas tecnologías, etc., va acompañada de la producción sistemática de riesgos”.

García (2005) argumenta que la construcción social del riesgo está relacionada con vulnerabilidad resultado de una desigualdad social. En este caso la construcción social se deberá estudiar como un proceso de carácter histórico. Para ello García (2005) nos dice que es necesario tomar en cuenta el contexto incorporando las variables sociales y económicas del sitio.

También Calderón (2001) menciona en su trabajo “Construcción y reconstrucción del desastre” que las relaciones sociales entre los actores que viven y conviven en este espacio, son las que sin duda lo producen espacialmente; y que “es a partir de ellas que se definen los dos componentes primordiales para que se produzca un desastre: el riesgo y la vulnerabilidad” (Calderón, 2001:14-15).

Son pocos los estudios que han intentado cambiar el enfoque hacia la construcción social del riesgo. El más destacable es el de Blaikie (1994) quien intentó explicar los desastres productos de fenómenos naturales a partir de un modelo basado en esta construcción social del riesgo, donde se relacionan algunos de los procesos sociales más destacables a diferentes escalas y se muestra a continuación:

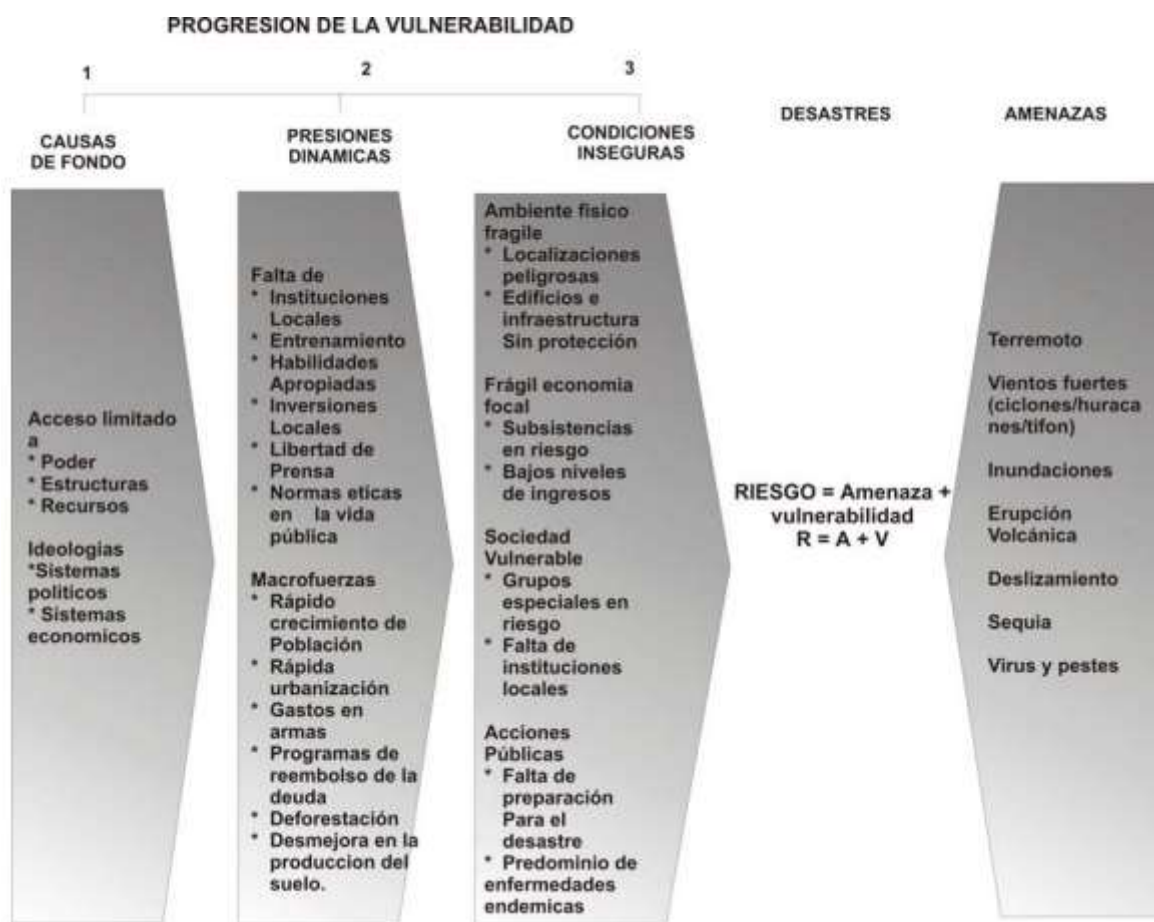


Figura 7. La progresión de la vulnerabilidad

Fuente: Blaikie, 2003, *At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*, Pág. 54

Como se observa, este modelo no considera el riesgo como algo repentino, si no que este se da por una serie de factores y procesos dentro del espacio en el que desarrollan y del cual nace la amenaza y la vulnerabilidad necesarias para su medición (García, 2014).

Para reconocer el proceso de construcción del riesgo químico tecnológico es necesario el identificar los distintos tipos de agentes que interactúan. De acuerdo a Ruiz (2017:109), son “empresas públicas y privadas, asociaciones industriales, oficinas municipales y regionales de protección civil, autoridades ambientales federales” las cuales son importantes en la toma de decisiones para la gestión de este tipo de riesgos.

Marisa Jacott (2015) nos muestra a través de estadísticas que es en los países en desarrollo donde los accidentes relacionados con sustancias químicas peligrosas son muy comunes, en parte por el acelerado crecimiento económico, dentro de países donde no existe legislación adecuada para la atención de las emergencias. Este proceso de industrialización trae como consecuencia que el crecimiento urbano alrededor de las instalaciones industriales sea descontrolado, generando espacios donde además de carecer de servicios básicos de educación y salud, no se cuenta con la gestión de este tipo de emergencias.

Lilia Albert y Marisa Jacott (2015) mencionan que actualmente, no existen acciones necesarias para la prevención de este tipo de eventos ni las acciones en caso de que estas emergencias ocurran, debido a que se ha observado a lo largo de los años en que han ocurrido que no se tiene la capacidad de atención para todos los lesionados o intoxicados (como en el caso de Anaversa en Veracruz), no se realiza el pago por daños y tampoco se le comunica a las personas cómo prevenirlos. Ellas mismas comentan que la falta de políticas públicas en materia de riesgos químicos no permite establecer las medidas de prevención y mitigación adecuadas, a pesar de contar con leyes y reglamentos a nivel internacional que regulan estas actividades. Por no contar con una base legal sólida, se carece de criterios para su evaluación y control, así como para la asignación de presupuestos necesarios para la investigación en este campo. Lilia Albert (2015) comenta que sumado a ello, la nula participación ciudadana en este tipo de decisiones, aumenta el riesgo por este tipo de instalaciones.

Por lo tanto para el análisis de riesgo químico-tecnológico, se deberá considerar como un proceso de construcción social y no sólo como un evento que puede causar una emergencia causada por un agente externo, como lo hacen en el caso de los llamados riesgos naturales. Este debe ser analizado desde una perspectiva integral incluyen las relaciones sociales, económicas y políticas que se dan en este espacio, entendiendo cuáles de ellos propician una mayor amenaza y vulnerabilidad para la creación de este espacio riesgoso (García, 2014).

### 3.3 Los conceptos de riesgo, amenaza, exposición y vulnerabilidad

Las ciencias sociales, entre ellas la Geografía, recientemente han aportado al estudio y reducción del riesgo de los desastres entendiendo las diferencias entre los conceptos de riesgo, amenaza, exposición y vulnerabilidad, para conocer la forma en que estos interactúan para predecir la magnitud de un desastre (Díaz y Díaz, 2002).

Desde los años 40 se ha intentado establecer una terminología adecuada para entender los diversos componentes del riesgo, pero debido a que muchas disciplinas los han estudiado se ha vuelto complejo el poder tener una sola definición (Araiza, 2019)

Cardona (2001) nos menciona que en 1979 la UNDRP (United Nations Disaster Relief Organization) y la UNESCO decidieron establecer las definiciones de riesgo, amenaza, exposición y vulnerabilidad para homologar criterios, dentro de un documento denominado Natural Disasters and Vulnerability Analysis, el cual marca lo siguiente:

- a) *Amenaza, peligro o peligrosidad (Hazard-H). Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto tiempo en un sitio dado*
- b) *Elementos en riesgo o exposición (Elements at Risk E) Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada*
- c) *Vulnerabilidad (Vulnerability-V) Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total)*
- d) *Riesgo(Risk-R) Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir del producto entre la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad (Cardona 2001: 9)*

Posteriormente, la ONU en 2009 publicó en el texto Terminología sobre reducción de riesgo de Desastres las siguientes definiciones:

*Amenaza: Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (ONU, 2009:5)*

*Amenaza tecnológica: Una amenaza que se origina a raíz de las condiciones tecnológicas o industriales, lo que incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o actividades humanas específicas que pueden ocasionar la muerte, lesiones, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales o económicos, o daños ambientales. (ONU, 2009: 8)*

#### *Capacidad*

*La combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados (ONU, 2009: 10)*

#### *Riesgo*

*La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas (ONU, 2009:29)*

*Vulnerabilidad: Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. (ONU, 2009: 34)*

En otro documento de la ONU se habla de exposición como “Situación en que se encuentran las personas, las infraestructuras, las viviendas, las capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas a amenazas” (ONU, 2016: 19). Dentro de este mismo texto se amplifica el concepto de capacidad haciendo énfasis en los recursos necesarios para gestionar y reducir los riesgos de un desastre pueden abarcar “infraestructuras, instituciones, conocimientos y habilidades humanas, así como atributos colectivos como las relaciones sociales, el liderazgo y la gestión” (ONU, 2016: 12).

Cardona (2001) nos menciona que estos conceptos han ido evolucionando dependiendo del enfoque con que se estudie un caso de desastre. Si el enfoque es científico se le da más importancia a la amenaza, si el enfoque es de una ciencia aplicada el factor que tiene mayor peso es la exposición y si el enfoque es de una ciencia social el mayor peso lo tiene la vulnerabilidad. La amenaza y la vulnerabilidad son concomitantes, es decir que dependen uno del otro para que se manifiesten. Sin amenaza no hay vulnerabilidad y viceversa.

Bajo este esquema, Cardona define a la vulnerabilidad como: “la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antropogénico se manifieste” (Cardona, 2001: 11). Para diferenciarla menciona que “la vulnerabilidad es una condición que se gesta, acumula y permanece continua en el tiempo y está íntimamente ligada a los aspectos culturales y al nivel del desarrollo de las comunidades” (Cardona, 2001: 12)

Díaz, et al. (2002) plantea la necesidad de cartografiar cada uno de estos parámetros con el fin de realizar análisis espaciales de riesgo. Ellas plantean que la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad interactúan de la siguiente forma:

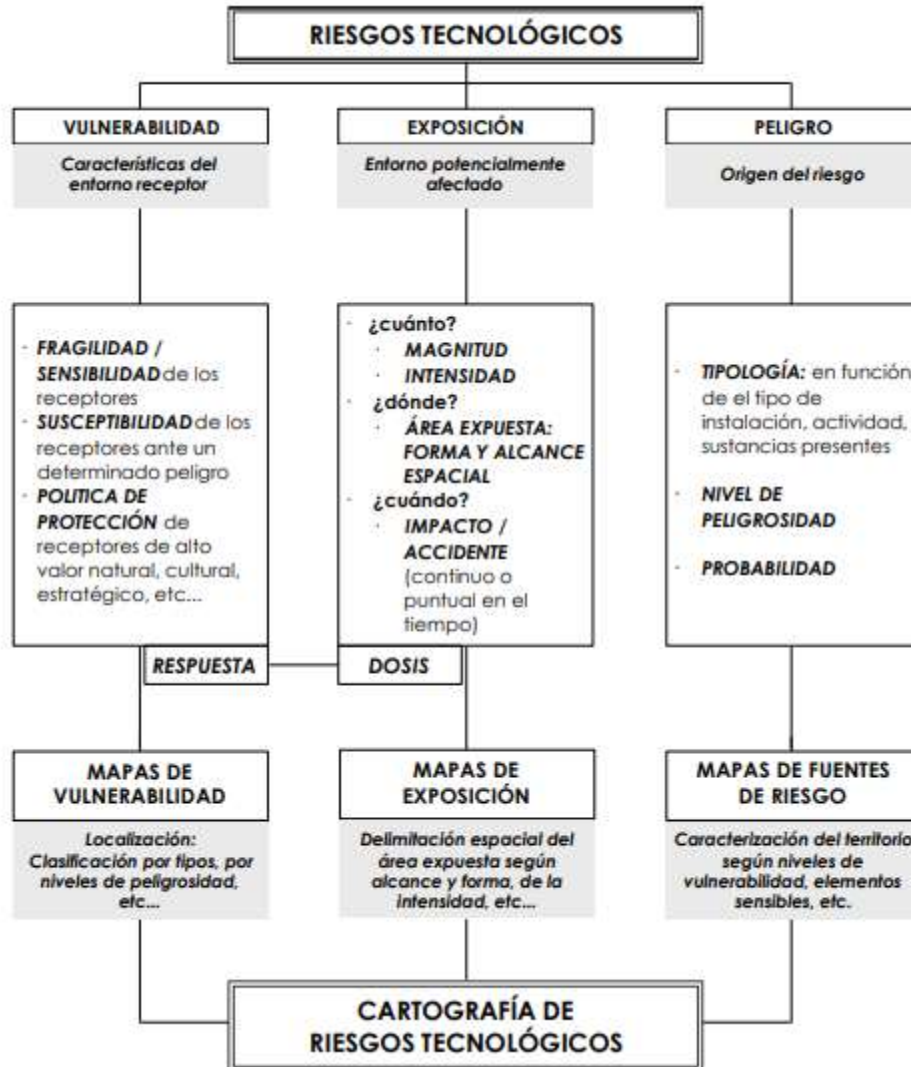


Figura 8. Interacción entre los componentes del riesgo tecnológico y sus posibilidades cartográficas

(Fuente: Díaz, et al, 2002:31)

Díaz, et al. (2002:28) mencionan que se entiende por vulnerabilidad: “las características de una persona o grupo en términos de su capacidad para anticipar, enfrentarse, resistir y recobrase del impacto de un peligro natural o social” (Díaz et al., 2002:28). Posteriormente menciona que “El de vulnerabilidad es un concepto complejo, en el que se advierten dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales” (Díaz et al., 2002:29). A lo anterior Díaz agrega que la dimensión cultural en el análisis de los riesgos nos conduce a prestar mucha atención al contexto social y territorial en el que se está investigando.

Para Rojas (1988) los estudios de riesgo realizado no son funcionales y por lo tanto es importante tomar en cuenta los conceptos antes expuestos para generar una metodología que permita tener una visión más amplia del riesgo y entender los factores que indican en mayor importancia para poder reducirlo. Para ello, la Geografía se considera de gran

importancia por el hecho que permite una visión integral de todos los procesos que inciden en la producción del espacio de riesgo.

### **3.4 El manejo de sustancias químicas peligrosas como riesgo químico-tecnológico**

Por definición una sustancia química peligrosa es aquella “que por sus propiedades físicas y químicas al ser manejadas, transportadas, almacenadas o procesadas, presentan la posibilidad de Riesgos de explosividad, inflamabilidad, combustibilidad, reactividad, corrosividad, radiactividad, toxicidad o irritabilidad, y que al ingresar al organismo por vía respiratoria, cutánea o digestiva, pueden provocar intoxicación, quemaduras o lesiones orgánicas” (DOF, 2014:67)

Esto significa que el hecho de manejar, almacenar o transportar cualquier sustancia que posea estas características tiene un riesgo potencial si se libera o genera incendio o explosión dañando así no sólo al medio ambiente, si no a las personas que vivan o trabajen cerca de estas instalaciones.

El CENAPRED (2007) menciona que para que estas actividades se lleven a cabo de forma segura, es necesario conocer sus características, para poder tomar las precauciones necesarias en caso de un accidente. Si bien se menciona que estos eventos tienen poca frecuencia de ocurrencia, tienen un alto costo por las consecuencias que de él se derivan.

Los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas se han presentado por diferentes causas, ya sea por la incidencia de fenómenos naturales como sismos, huracanes o erupciones volcánicas y por acciones humanas como son: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas por falta de mantenimiento, errores humanos y causas premeditadas como el sabotaje. (CENAPRED, 2007)

Como se ha mencionado, el desarrollo económico y el crecimiento de la población ha generado espacios desordenados donde interactuar las instalaciones que manejan este tipo de sustancias y la población, sin que se tenga una regulación adecuada para su ordenamiento. A su vez, algunas instalaciones industriales, por la naturaleza de sus procesos, deben almacenar estas sustancias en grandes contenedores, lo cual incrementa la amenaza de liberación de la sustancia con características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad y/o corrosividad, incrementando así, el riesgo.

De acuerdo con el CENAPRED (2007:17) las 14 sustancias que representan mayor peligro por la cantidad de almacenamiento son;

- *Gas L.P*
- *Amoniaco*
- *Ácido sulfúrico*
- *Cloro*
- *Hexano*
- *Gasolina*
- *Nitrógeno*
- *Acetona*
- *Alcohol metílico*



- *Alcohol propílico e isopropílico*
- *Propano*
- *Acetato de etilo*
- *Óxido de etileno*
- *Ácido fluorhídrico.*

La amenaza por un accidente que involucre cualquiera de estas sustancias dependerá de varios factores, entre ellos: “la sustancia química involucrada, la cantidad de sustancia liberada, la distancia y distribución de los asentamientos humanos alrededor de la empresa, la dirección y velocidad del viento, las condiciones climatológicas, la existencia y efectividad de equipo de control y combate de la emergencia, y la existencia de personal capacitado para atender el evento” (CENAPRED, 2007:19).

### **3.5 Recapitulación**

En este capítulo se expusieron los argumentos necesarios para dar fundamento teórico al presente trabajo, haciendo énfasis en los conceptos de riesgo tecnológico, sus componentes y la base teórica de la geografía crítica como lo es la construcción social del riesgo a través de las relaciones entre actores sociales. Esta información sirve para sustentar el análisis de resultados que surgieron en el trabajo de campo y gabinete y poder concluir con base en lo expuesto anteriormente.

## **Capítulo 4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS. Caso de estudio, evidencia, análisis de datos**

El presente capítulo nos habla de la metodología para la obtención de datos tanto cuantitativos como cualitativos para el análisis de los factores que inciden sobre la evaluación del riesgo alrededor de la planta de carburación en Los Ángeles, Hidalgo. Como primer apartado se describe la metodología a seguir en base al marco teórico antes descrito.

Como parte de los resultados se presentarán las simulaciones de escenarios de riesgo por incendio y explosión de gas L.P. para conocer los radios de afectación alrededor de las instalaciones, con el fin de evidenciar el espacio en riesgo.

Posteriormente se hablará del indicador de riesgo basado en el método de GIZ con el cual se pretende hacer un cálculo de los parámetros que acompañan al riesgo asociado a esta estación y observar cual es el que más incide en su comportamiento.

Por último se hace la discusión de resultado tanto de la simulación como del índice con base en la información recabada tanto en campo como en gabinete.

### **4.1 Metodología**

- Investigación documental en fuentes secundarias: Planes de Desarrollo Urbano, Programas de Ordenamiento, Legislación, Datos del INEGI.
- Modelación de escenarios de riesgo por incendio y explosión de gas L.P. a través del programa ALOHA, con el fin de establecer los radios de afectación por posibles eventos (probable y catastrófico).
- Realizar trabajo de campo con el fin de realizar entrevistas a la población circundante a la estación de carburación para conocer su percepción acerca de la instalación, así como la obtención de datos para el cálculo de índice de riesgo
- Realizar una entrevista al personal de Protección Civil del municipio de Tolcayuca para analizar la capacidad de respuesta ante los riesgos químico-tecnológicos para poder llevar a cabo el cálculo de índice de riesgo.
- Con los datos recabados se realizará un análisis para identificar los principales factores que inciden en la capacidad de respuesta como parte de la vulnerabilidad de la población.

El tipo de fuentes de información a las que se recurriría serían las bibliográficas, hemerográficas, además de bases de datos como DENU, censos de instituciones como del INAFED, INEGI, páginas de gobierno estatal y municipal, y fuentes cartográficas como el atlas de riesgos estatal y nacional.

Algunos de los datos en que se hará énfasis en los servicios, edad y actividades económicas en el municipio de Tolcayuca en Hidalgo.

## **4.2 Radios de afectación**

Entre los elementos más importantes contemplados en la legislación vigente, y que será el punto central de este capítulo, se encuentra la delimitación de las zonas de salvaguarda, es decir aquellas áreas alrededor de las instalaciones en donde los efectos de un evento indeseado (fuga, incendio o explosión) protegen de daños a la salud de los habitantes o a sus propiedades.

La distancia mínima que debe existir entre los elementos físicos de exposición (tanques o esferas de almacenamiento, equipos, tuberías, etc.) se determinara a partir de diversos parámetros entre los cuales se encuentran las características fisicoquímicas de la sustancia, la cantidad almacenada, las características del recipiente, las condiciones climáticas (vientos, lluvia y humedad, entre otros), y el uso al cual se encuentra sometido.

De acuerdo a la capacidad almacenada y a los diversos usos del gas LP (sitios de almacenamiento, llenado de recipientes portátiles para uso en el hogar, estaciones de servicio para vehículos automotores, etc.) cada instalación debe cumplir con normas específicas que garanticen minimizar las afectaciones que puedan llegar a producirse, a causa de un accidente ocasionado por dichos materiales, por lo que las distancias mínimas de salvaguarda se fijan en forma particular.

El análisis cuantitativo de las posibles repercusiones de un incidente en las diferentes actividades y con eventos más probable, se llevó a cabo por medio de modelos de simulación matemática contenido en el paquete ALOHA. Para las modelaciones de todos los riesgos (fuga, incendio, BLEVE y explosión de una nube de gas no confinada), se utilizó el simulador de riesgo, denominado ALOHA (Areal Locations of Harzadous Atmospheres) programa diseñado específicamente para su uso en la evaluación de consecuencias de fugas de material altamente riesgoso.

Este simulador permite determinar las variables involucradas en el análisis de las consecuencias y comparar los resultados, con el objetivo de tener resultados más claros y precisos.

### **IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

Con el propósito de hacer la identificación de peligros relacionados con las actividades del proyecto, se utilizaron los métodos de identificación de riesgos basados en la lista de verificación de seguridad y en la metodología ¿Qué pasa sí...?

Este método determina las fuentes de riesgo cuestionando cuál podría ser el efecto de un número de eventos inesperados y evaluando cuáles de éstos tendrían consecuencias graves

A continuación, se presenta el análisis con esta metodología:

Tabla 9. Aplicación de la metodología ¿Qué pasa si...? Al caso de estudio

¿Qué pasa si...?	Causas	Consecuencias
Ocurre fuga de gas L.P. durante la descarga de pipa?	Falla en manguera de suministro	Fuga de material con vaciado parcial o total, dependiendo del tiempo de respuesta de los trabajadores Como consecuencia de la fuga se generaría una nube tóxica, nube explosiva, nube inflamable, flama tipo jet
Ocurre una ruptura de tubería de suministro de gas L.P. a los tanques?	Golpe accidental o desgaste de tubería. Ruptura posible a causa de movimiento telúrico	Ocurriría una fuga del contenido de la tubería con vaciado total o parcial del tanque, dependiendo del tiempo de respuesta de los trabajadores y de las medidas de seguridad existentes. Como consecuencia de la fuga se generaría una nube tóxica, nube explosiva, nube inflamable, flama tipo jet
Golpeo con fuga de gas L.P. en tanque por accidente o sabotaje	Golpe accidental a tanque de gas L.P. Ruptura posible a causa de movimiento telúrico	Ocurriría una fuga del contenido del tanque de gas L.P. por un tiempo definido, dependiendo del tiempo de respuesta de los trabajadores y de las medidas de seguridad existentes. Como consecuencia de la fuga se generaría una nube tóxica, nube explosiva, nube inflamable, flama tipo jet

Fuente: elaboración propia

Una vez identificados los peligros se nota que el accidente que tendría mayores consecuencias sería el golpe del tanque de gas L.P. que puede fugarse a través de un orificio. Es a través de este análisis que se puede construir una serie de escenarios de riesgo que serían más catastróficos por la naturaleza del accidente:

Tabla 10 Construcción de escenarios de riesgo asociado la manejo del Gas L.P. en la estación

Escenario	Descripción
1 Nube inflamable	Que el material fugado (Gas L.P.), se disperse y forme una nube de gas, y esta es arrastrada por el viento hasta encontrar una fuente de ignición, produciendo un flamazo
2 Nube explosiva	Se da una fuga de Gas L.P. pero no se incendia, se forma una nube de gas y posteriormente al alcanzar una fuente de ignición, y como consecuencia sobreviene una explosión.
3 Jet fire	Que el gas L.P., se incendie inmediatamente después de la fuga, en el tanque de almacenamiento si esto sucede se generará un incendio en el punto de la fuga, que calentara el contenido del tanque
4 BLEVE	El fenómeno de BLEVE se da como resultado de un incendio, en el tanque y/o las cercanías del tanque de almacenamiento de Gas L.P., y debido al incendio la presión aumenta y el tanque falla, liberando todo el contenido, el Bleve se da entre 10 y 15 minutos de incendio no controlado.

## Simulación de riesgos (Resultados ALOHA)

### DATOS GENERALES

Datos del sitio:

Localidad: FELIPE ANGELES, TOLCAYUCA, HGO, MEX  
Intercambios de aire del edificio por hora: 0,67 (un solo piso sin blindaje)  
Hora: 11 de marzo de 2019 1937 horas ST (usando el reloj de la computadora)

### DATOS QUIMICOS:

Nombre químico: BUTANO (principal componente del Gas L.P.)  
Número CAS: 106-97-8 Peso molecular: 58.12 g / mol  
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 53000 ppm  
LEL: 16000 ppm UEL: 84000 ppm  
Punto de ebullición ambiente: -7.8 ° C  
Presión de vapor a temperatura ambiente: más de 1 atm  
Concentración de saturación ambiental: 1,000,000 ppm o 100.0%

### DATOS ATMOSFERICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS)

Viento: 3.33 m/s desde NNE a 1 metro\*  
Rugosidad del suelo: campo abierto Cubierta de nubes: 3 décimas  
Temperatura del aire: 16 ° C Clase de estabilidad: E  
Humedad relativa sin altura de inversión: 25%

Fuente:

[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/tizayuca\\_m%C3%A9xico\\_3515505](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/tizayuca_m%C3%A9xico_3515505)

### Escenario 1: Nube inflamable

#### FUENTE DE FUERZA:

Fuga de agujero en tanque cilíndrico horizontal.  
Químico inflamable que se escapa del tanque (no se quema)  
Diámetro del tanque: 2 metros Longitud del tanque: 3.19 metros  
Volumen del tanque: 10,022 litros  
El tanque contiene líquido Temperatura interna: 16 ° C  
Masa química en el tanque: 2,629 kilogramos.  
El tanque está lleno al 44%  
Diámetro de apertura circular: 2 centímetros  
La apertura es de 1 metro del fondo del tanque.  
Duración de lanzamiento: 53 minutos  
Velocidad de liberación sostenida promedio máxima: 73.7 kilogramos / min  
(promediado en un minuto o más)  
Cantidad total liberada: 2,366 kilogramos  
Nota: El químico se escapó como una mezcla de gas y aerosol (flujo de dos fases).

#### ZONA DE AMENAZA:

Modelo de amenaza: área inflamable de la nube de vapor

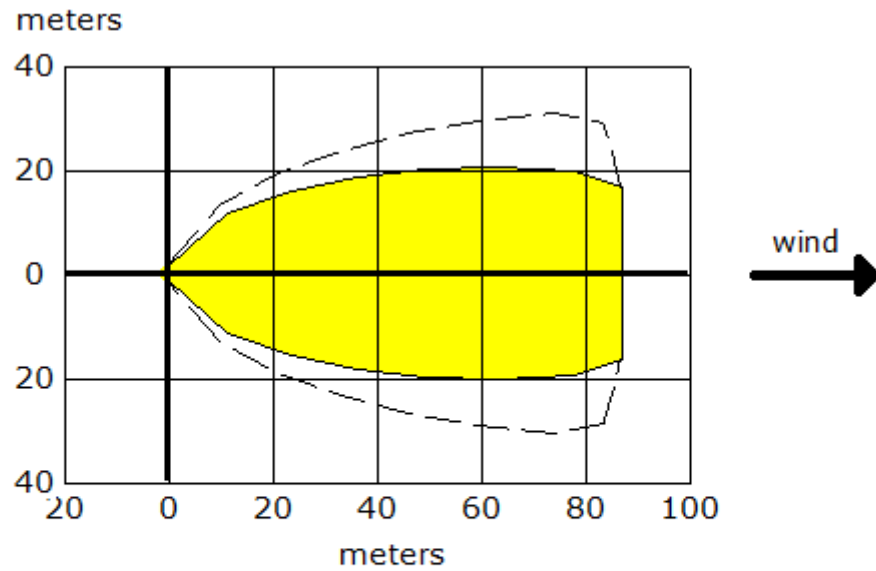
Model Run: Heavy Gas




Rojo: 33 metros --- (9600 ppm = 60% LEL = Bolsas de llamas)

Nota: la zona de amenaza no se dibujó debido a los efectos de la irregularidad en el campo cercano

Hacer que las predicciones de dispersión sean menos confiables para distancias cortas.

Amarillo: 87 metros --- (1600 ppm = 10% LEL)



-  greater than 9600 ppm (60% LEL = Flame Pockets) (no)
-  greater than 1600 ppm (10% LEL)
-  wind direction confidence lines

*Figura 9 Comportamiento de la nube inflamable*

Figura 10 Radios de afectación en el escenario de riesgo 1



### **NUBE INFLAMABLE**

La nube inflamable llega a la distancia de 87 m en comportamientos normales del viento y con una anchura máxima de 40 metros a la concentración del 10% del LEL (es la concentración mínima de gas en el aire por debajo de la cual fuego no es posible). Para la concentración del 60% del LEL, el simulador de riesgos no arroja un valor por lo que se considera que no hay un riesgo de incendio si se llega a dar esta condición.

## Escenario 2 Nube explosiva

ZONA DE AMENAZA:

Modelo de amenaza: sobrepresión (fuerza de explosión) de la explosión de la nube de vapor

Tipo de encendido: encendido por chispa o llama.

Nivel de congestión: congestionado

Model Run: Heavy Gas

Rojo: LOC nunca fue superado --- (8.0 psi = destrucción de edificios)

Naranja: 20 metros --- (3.5 psi = probable lesión grave)

Amarillo: 39 metros --- (1.0 psi = rompe vidrio)

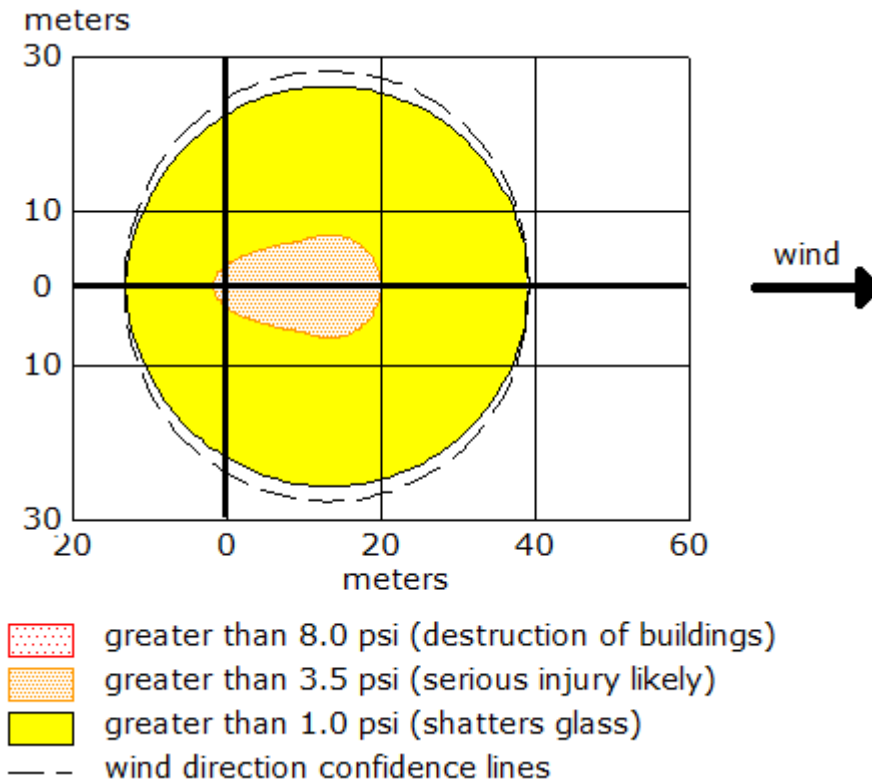
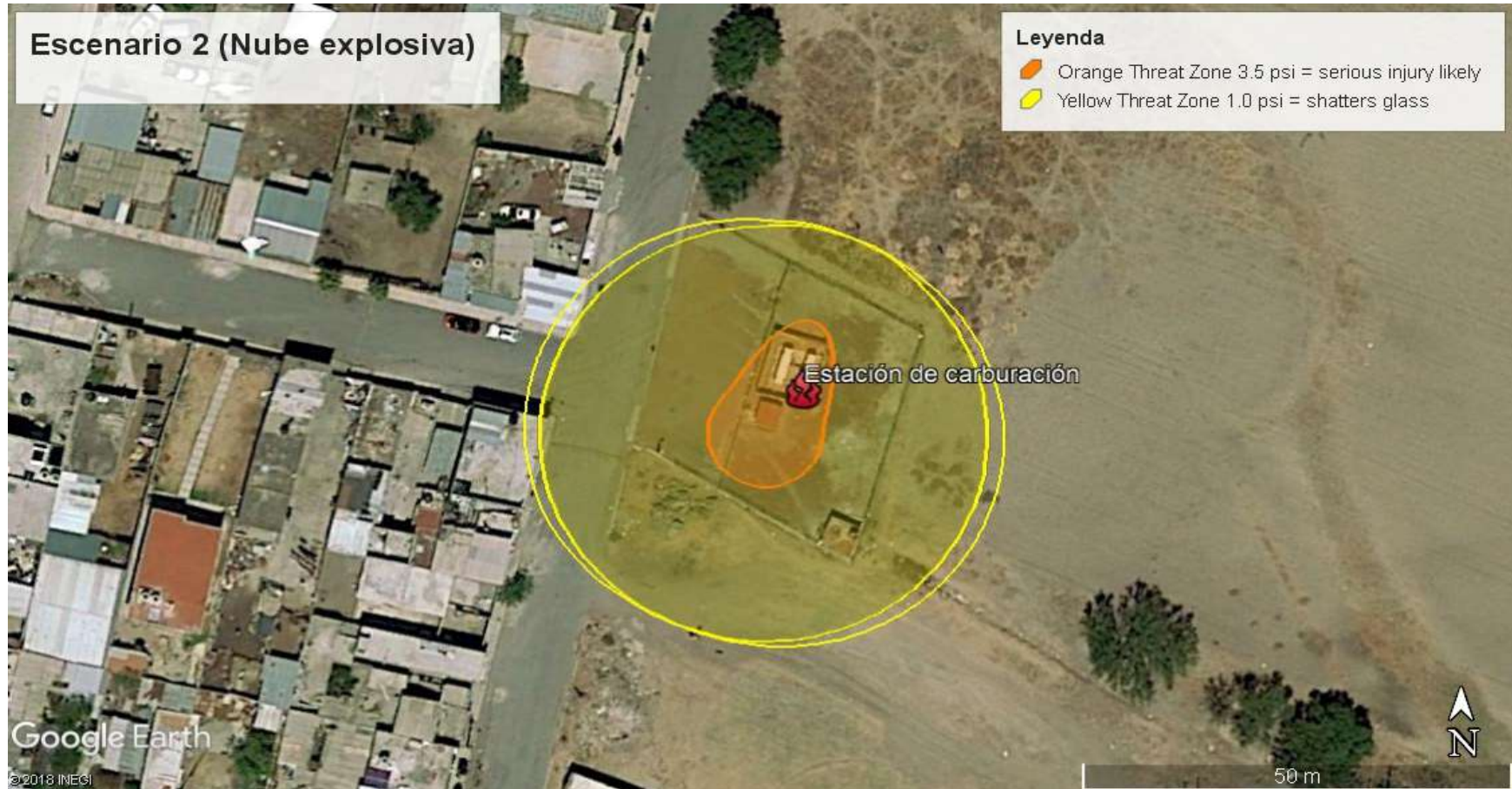


Figura 11 Comportamiento de la nube explosiva.



Figura 12 Radios de afectación en el escenario de riesgo 2



### NUBE EXPLOSIVA

Los efectos de una nube explosiva llegan a la distancia de 39 m en la onda de sobrepresión de 1.0 psi que ocasionaría vidrios rotos, mientras que la onda de sobrepresión de seguridad de 3.5 psi llegaría a una distancia de 20 metros donde se causarían daños serios a la instalación de la estación de carburación. sin dañar las casas aledañas.

### Escenario 3 Flama tipo jet

#### FUENTE DE FUERZA:

Fuga de agujero en tanque cilíndrico horizontal.

Químico inflamable arde mientras se escapa del tanque.

Diámetro del tanque: 2 metros Longitud del tanque: 3.19 metros

Volumen del tanque: 10,022 litros

El tanque contiene líquido Temperatura interna: 16 ° C

Masa química en el tanque: 5,270 kilogramos

El tanque está lleno al 90%

Diámetro de apertura circular: 2 centímetros

La apertura es de 1 metro del fondo del tanque.

Longitud máxima de la llama: 12 metros

Duración de la quemadura: ALOHA limitó la duración a 1 hora

Tasa máxima de quemado: 130 kilogramos / min

Cantidad total quemada: 4,752 kilogramos

Nota: el químico se escapó del tanque y se quemó como un fuego de chorro.

#### ZONA DE AMENAZA:

Modelo de amenaza: la radiación térmica del fuego de chorro

Rojo: 21 metros --- (5.0 kW / (metros cuadrados) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 37 metros --- (1.4 kW / (metros cuadrados))

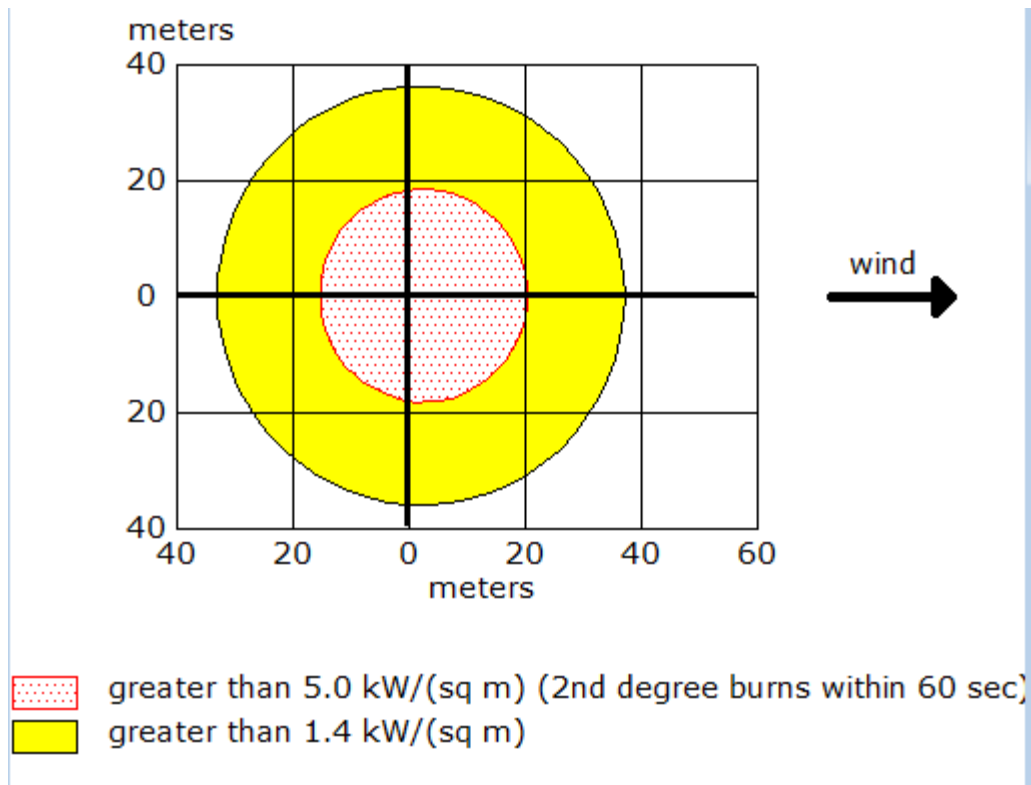
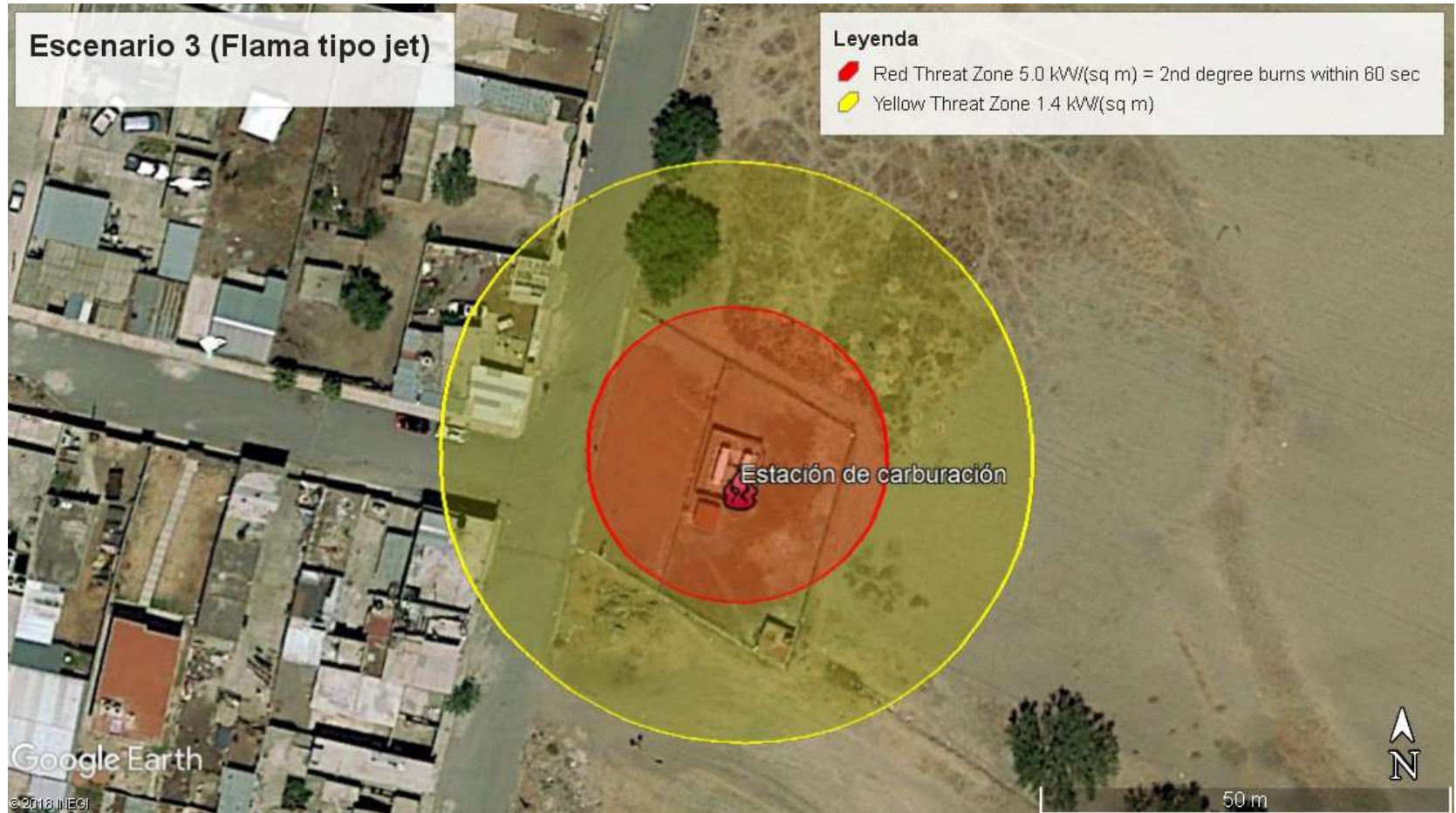


Figura 13 Comportamiento de la flama tipo jet

Figura 14 Radios de afectación en el escenario de riesgo 3



**JET FIRE**

Los efectos de la flama tipo Jet llegan a la distancia de 37 m en la zona de radiación térmica con nivel de 1.4 kW/m<sup>2</sup> (sin daños) mientras que al nivel de 5.0 kW/m<sup>2</sup>, se llega a una distancia de 21 metros, causando quemaduras de segundo grado a los trabajadores de la estación y población que se encuentre en esa zona.

Tabla 11 Niveles de exposición por radiación térmica

Nivel de exposición	Definición
1.4 kW/m <sup>2</sup>	No se presentan molestias, aún durante largos períodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día.
5 kW/m <sup>2</sup>	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado.
10 kW/m <sup>2</sup>	Potencialmente letal en 60 segundos

Nota: Considerando los parámetros del apartado VI.3 de GUIA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL de la SEMARNAT

#### Escenario 4 **BLEVE**

##### FUENTE DE FUERZA:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 2 metros Longitud del tanque: 3.19 metros

Volumen del tanque: 10,022 litros

Tanque contiene líquido

Temperatura de almacenamiento interno: 16 ° C

Masa química en tanque: 2,600 kilogramos.

El tanque está lleno al 44%

Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100%

Diámetro de la bola de fuego: 80 metros Duración de la quemadura: 6 segundos

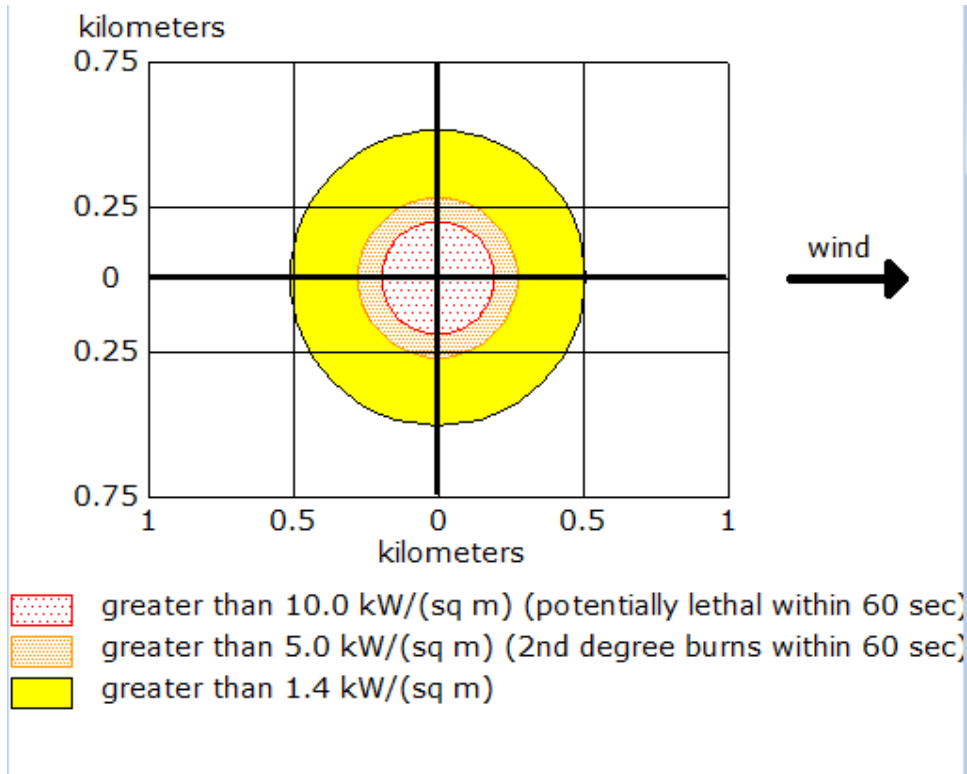
##### ZONA DE AMENAZA:

Amenaza modelada: radiación térmica de la bola de fuego

Rojo: 195 metros --- (10.0 kW / (m<sup>2</sup>) = potencialmente letal en 60 segundos)

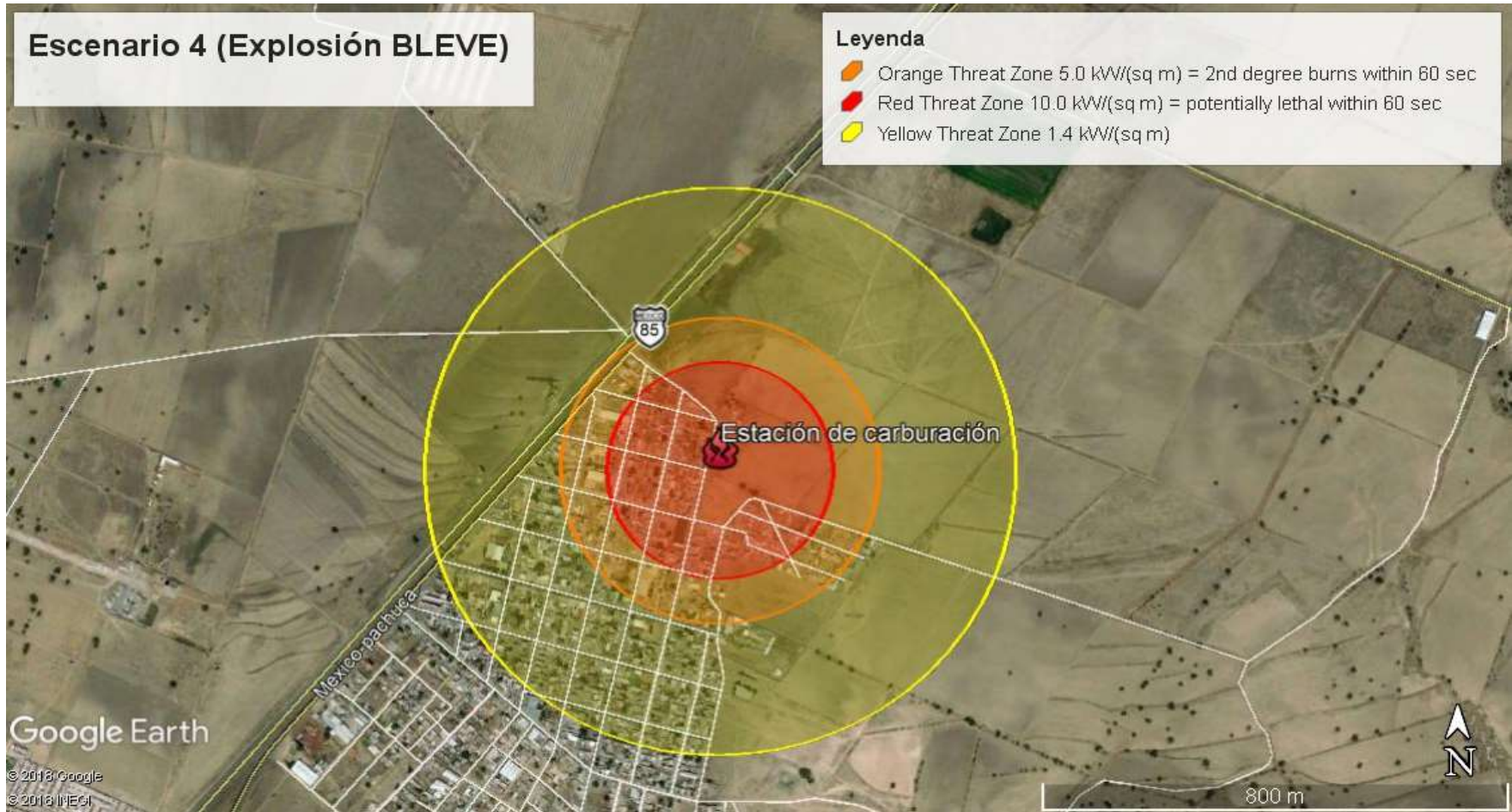
Naranja: 275 metros --- (5.0 kW / (metros cuadrados) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)

Amarillo: 511 metros --- (1.4 kW / (metros cuadrados)



*Tabla 12 Comportamiento de la BLEVE*

Figura 15 Radios de afectación en el escenario de riesgo 4



Los efectos de la radiación de la bola de fuego (BLEVE) llegan a la distancia de 511 m en la zona de radiación térmica con nivel de 1.4 kW/m<sup>2</sup>, mientras que al nivel de 5.0 kW/m<sup>2</sup>, se llega a una distancia de 275 metros y 195 metros para la radiación de 10 kW/m<sup>2</sup> que es potencialmente letal. La bola de fuego tendría un diámetro de 80 metros.

Tabla 13 Resumen técnico modelaciones

ESCENARIO	DURACIÓN (t)	DISTANCIA DE ALTO RIESGO (m)	DISTANCIA RIESGO MEDIO (m)	DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO (m)
Nube Inflamable	3 min			87
Nube explosiva	3 min		20	39
Flama Jet	3 min		21	37
BLEVE	5 segundos	195	275	511

Como se observa el evento más catastrófico es el BLEVE por tener una distancia de alto riesgo considerable que no solo afectaría a la estación sino también a las viviendas aledañas en un radio de 195 metros en un nivel de letalidad, provocando la muerte de 723 personas.

### 4.3 Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en tres partes: una primero visita con el fin de obtener algunos datos de la estación y de los alrededores, una segunda visita para la entrevista con el personal de Protección Civil en la cabecera municipal de Tolcayuca, Hidalgo y una tercera visita para la realización de entrevistas a las personas que viven cerca de la estación. A continuación, se describen los resultados de cada una de estas visitas:

La primera visita se llevó a cabo el día 04 de noviembre de 2018 y se tuvieron las siguientes observaciones:

- El uso del servicio de relleno de tanque de gas L.P. es muy común en Los Ángeles y algunos pueblos de alrededor por ser más barato (9.95 el litro) que en otros lugares
- El riesgo aumenta debido a que las consumidores son las que manejan e instalan los cilindros de gas sin saber el peligro al que se exponen, además de que muchos cilindros están en malas condiciones
- En el lugar se percibe que hay una alta rotación de personal y que quienes atienden son jóvenes sin experiencia por falta de fuentes de empleo en la localidad
- Las gaseras que si están reguladas están cerrando debido a la baja demanda
- Se dice que entre otras actividades, el comercio de alimentos es la actividad económica preponderante en la localidad y que este es el que usa con mayor frecuencia el gas de esta estación
- Se percibe que la instalación es un beneficio por su cercanía y bajo costo de producto
- De acuerdo con los vecinos, no se ha realizado ningún simulacro ni acercamiento de las autoridades de protección civil para este tipo de riesgos.
- Se dio un caso de sabotaje a la instalación por parte de un empleado molesto al intentar chocar su automóvil en las instalaciones
- No se tiene protección contra descargas atmosféricas

- Son 2 tanques de 5000 litros, dos bombas y un despachador que sólo están protegidos por 3 extintores de 9 kg aproximadamente, lo cual no es suficiente para un caso de incendio mayor
- La barda ciclónica de protección tiene plástico, el cual es un material combustible. Esto está prohibido por la legislación
- Atienden normalmente 2 personas y sólo cuentan con un tanque de agua, para su uso doméstico.
- La localidad no cuenta con bomberos. El centro de salud sólo atiende de 9 a 3 de la tarde y es muy pequeño
- Existe con una escuela primaria, una iglesia y una unidad deportiva en las cercanías de la estación
- La familia que vive justo enfrente de la instalación consta de dos personas mayores, una mujer adulta y dos niños
- El terreno donde está asentada la estación era ejidal y se sospecha que pertenece a la familia del presidente municipal que estuvo en 2015.
- Existe una posible barrera topográfica en lo que le llaman “el cerrito” que podría evitar que la radiación por una explosión llegase a la autopista.
- En los alrededores hay siembra de cebada y maguey
- Se menciona que el consumo de gas en cilindros es de menos de un mes ya que se menciona que los trabajadores no pueden llenarlo por cuestiones de seguridad
- La señalización de peligro es muy pobre y el manejo de cilindros se observa que se hace sin cuidado
- Se observó que había dos niñas en la instalación cuando se realizó la visita
- Se menciona que se han tenido varios robos a la estación, por lo que se tiene un acuerdo con la policía municipal para su protección

Posteriormente el día 07 de marzo de 2019 se realizó una entrevista al encargado de Protección Civil Municipal de Tolcayuca, el T.U.M. Andrés Granados Pacheco. En el anexo 3 se pueden consultar las preguntas y respuestas.

Dentro de la entrevista se menciona que el municipio cuenta con 10 elementos capacitados para las labores de Protección Civil. El personal está disponible las 24 horas, los 365 días del año. A pesar de la existencia de este personal en el municipio, es importante señalar que no se cuenta formalmente con un Comité Municipal de Protección Civil en este Ayuntamiento.

En casos de emergencia se cuenta con dos ambulancias y una unidad para atención de incendios en pastizales que son más recurrentes en esta zona.

Respecto a los simulacros se comenta que sólo se realizan en instalaciones escolares como son el COBAEH y la UPMH cercanas a la cabecera municipal. No se han podido desarrollar simulacros en escuelas de educación básica ni con la población. El T. mencionó que es difícil que las personas se interesen por este tipo de temas, ya que consideran que no es necesario realizar simulacros de esta naturaleza. Se ha intentado



un acercamiento a la comunidad, pero muchas veces no se logran realizar brigadas por falta de tiempo o interés.

El personal de Protección Civil municipal está capacitado para la atención de emergencias médicas prehospitalarias y en evacuación principalmente. Esta capacitación se realiza con empresas externas y se menciona que no se cuenta con ningún apoyo por parte del Gobierno Federal y Estatal.

En caso de emergencia, se tiene un protocolo para el aviso y la logística necesaria para el traslado de las personas. Cabe señalar que el T. comenta que el municipio no cuenta con Cuerpo de Bomberos y que en caso de necesitarse se comunican con los de municipios aledaños. En caso de un evento de incendio, la persona es trasladada a Pachuca, localizada a 40 minutos de la cabecera y si no es grave se traslada a la clínica del IMSS de Tizayuca, a 20 minutos. Las rutas y tiempos estimados se encuentran dentro del Programa Municipal de Protección Civil. Este Programa fue elaborado con la colaboración de los municipios aledaños y actualmente con el Gobierno Federal.

El municipio solo tiene la atribución de realizar una inspección física a las instalaciones que lo soliciten. El Gobierno Estatal es quien revisa y aprueba los Programas Internos de Protección Civil

También se comenta que no se tiene un atlas municipal de riesgos, ya que el gobierno estatal considera que este municipio es de bajo riesgo, sin tomar en cuenta que la red carretera se ha ampliado y eso aumento el riesgo por el transporte de materiales peligrosos.

#### *Entrevistas estructuradas*

Por último los días 09 y 10 de marzo se levantaron 15 entrevistas estructuradas con las personas que viven en las cercanías a la estación. La encuesta consistió en 17 preguntas, las cuales se muestran en el Anexo 3. A continuación se presentan los resultados de las entrevistas:

Tabla 14 Resultados de las entrevistas

Sexo	Edad	Cercanía	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Pregunta 11	Pregunta 12	Pregunta 13	Pregunta 14	Pregunta 15	Pregunta 16	Pregunta 17
F	33	20 m	Si	No	2 meses	Comprar camión	No	Concreto	2 niños	Ama de casa	Seguro popular	No	Si	No	No	No	No	No	No
M	37	20 m	Si	No	2 meses	Comprar camión	No	Concreto	2 niños	Albañil	Seguro popular	No	Si	No	No	No	No	No	No
F	32	20 m	Si	No	2 meses	Comprar camión	Si	Concreto	1 adulto mayor	Empleado	IMSS	Si	Si	No	No	No	No	No	No
F	51	20 m	Si	Si	2 meses	Comprar camión	Si	Concreto	1 adulto mayor	Empleado	IMSS	Si	Si	No	No	No	No	No	No
F	74	350 m	Si	No	2 meses	Comprar camión	No	Concreto	2 adultos mayores	Ama de casa	ISSSTE	No	Si	No	No	No	No	No	No
F	32	330 m	Si	Si	4 meses	Comprar camión	Si	Concreto	3 niños	Ama de casa	ISSSTE	Si	Si	No	No	No	No	No	No
F	56	180 m	Si	No	4 meses	Comprar camión	No	Concreto	dos niños	Comercio	Seguro popular	Si	Si	Si	No	No	No	No	No
M	23	140 m	Si	No	No aplica	Comprar camión	No	Concreto	5 niños	Obrero	IMSS	No	Si	No	No	No	No	No	No
M	38	200 m	Si	No	2 meses	Comprar camión	No	Concreto	5 niños	Obrero	IMSS	No	Si	Si	No	No	No	No	No
M	39	50 m	Si	No	15 días	Prefiere rellenar	Si	Concreto	4 niños y 2 adultos	Empleado	IMSS	Si	Si	No	No	No	No	Si	No
M	32	50 m	Si	Si	2 meses	Prefiere rellenar	Si	Concreto	2 niños	Obrero	IMSS	No	Si	No	No	No	No	Si	No
M	36	50 m	Si	No	No aplica	No aplica	No aplica	Concreto	3 adultos mayores	Empleado	Seguro popular	Si	No	No	No	No	No	No	No
M	36	10 m	Si	No	Diario	Prefiere rellenar	Si	Concreto	1 niño y 2 adultos mayores	Comercio	Seguro popular	No	No	No	No	No	No	No	No
M	55	200 m	Si	Si	6 meses	Prefiere rellenar	Si	Concreto	No	Comercio	Seguro popular	Si	No	No	No	No	No	No	No
M	68	110 m	Si	Si	4 meses	Prefiere rellenar	Si	Concreto	2 adultos mayores y 3 niños	Jubilado	IMSS	No	No	No	No	No	No	No	No

De los resultados anteriores se puede inferir lo siguiente:

- Sólo 5 de las personas encuestadas (33%) rellenan su cilindros de gas en la estación
- Esas 5 personas rellenan su cilindro de gas en un promedio de 3 meses
- 3 de ellas prefieren rellena el cilindro en la estación debido al precio
- 8 de las personas encuestadas (53%) instalan su cilindro de gas en casa y el resto prefiere que lo hagan empleados de la camioneta que les surte
- Todas las casas de los encuestados están construidas con concreto
- En 14 de las 15 entrevistas habitan personas en edades vulnerables (niños y adultos mayores)
- Existe una diversificación en las actividades económicas predominando aquellas que se dedican al sector terciario. Cabe destacar que sólo 2 de los encuestados trabajan fuera de la localidad
- Todos los encuestados están cubiertos por algún tipo de seguro social dependiendo de su actividad económica
- 7 de los 15 encuestados (46%) cuentan con vehículo propio, en caso de traslados a unidades médicas
- 11 de los 15 encuestados (73%) conocen los riesgos por manejar sustancias peligrosas como el Gas L.P.
- 2 de los 15 encuestados (13%) comentan que si ha habido un acercamiento por parte de las autoridades para la comunicación de este tipo de riesgos
- Ninguno de los encuestados tiene familiares trabajando en esta estación
- Ninguno de los encuestados sabe si se han realizado simulacros de evacuación
- Ninguno de los encuestados sabe si dentro de la comunidad ha habido accidentes involucrados con el manejo de gas L.P.
- 2 de los 15 encuestados (13%) está de acuerdo con la instalación de tanques de gas
- Ninguno de los encuestados cuenta con algún seguro en caso de siniestros

Como se puede observar, estos datos se pueden utilizar en el cálculo del índice de riesgo, ya que nos permiten tener una idea de la percepción de las personas respecto a la instalación de la estación de carburación el cual es necesario para el cálculo de la exposición y la vulnerabilidad social propias de este sitio.

#### 4.4 Índice de riesgo

El índice de riesgo basado en la comunidad es una propuesta hecha por el GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) el cual fue incluido por los autores Bollin e Hidajat en el libro *Measuring Vulnerability to Natural Hazards* de Joern Birkmann (2014). La metodología propuesta en este capítulo sugiere que para mejorar la capacidad de las comunidades y los gobiernos locales para medir los elementos clave de su riesgo de desastre actual, es necesario desarrollar un sistema de indicadores basado en la comunidad. El uso de indicadores a nivel comunitario en este contexto es un enfoque bastante innovador, porque no se ha utilizado anteriormente para el análisis geográfico de riesgos químico-tecnológicos.

El marco conceptual establecido sistematiza los elementos clave de la gestión de riesgos en los factores de Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Capacidad, ayuda a comprender las fuerzas de conducción (factores) en el trabajo y sirve para identificar los indicadores apropiados. El sistema de indicadores resultante comprende un total de 47 indicadores individuales organizados de acuerdo con los cuatro factores identificados y se desglosan en componentes de factores.

La selección y formulación del indicador se guio por la filosofía del sistema para ser aplicable en entornos con escasez de datos. En consecuencia, se desarrolló un cuestionario para recopilar toda la información necesaria para los indicadores de personas con conocimientos a nivel comunitario. La información generada por el sistema de indicadores apoya a los responsables de la toma de decisiones a nivel local y nacional para analizar y comprender el riesgo de desastre al que está expuesta una comunidad. Las vulnerabilidades identificadas y las deficiencias en las capacidades y medidas indican áreas de intervención para la reducción del riesgo de desastres.

Es necesario considerar que la efectividad de los actores locales depende de la existencia de marcos nacionales apropiados para la gestión del riesgo de desastres. Los actores locales derivan su rol, autoridad y recursos de los marcos institucionales, legales y financieros establecidos a nivel nacional.

El propósito es proponer una metodología a nivel de la comunidad y del gobierno local, que pueda guiar a los responsables de la toma de decisiones para reducir y gestionar el riesgo. El beneficio esperado de este estudio es desarrollar una metodología, basada en un conjunto de indicadores, que sistematizará y armonizará la presentación de la información de riesgos a nivel comunitario, ayudará a los actores responsables a evaluar las condiciones existentes en Tolcayuca, con relación a los componentes que explican su nivel de riesgo químico. Esta aproximación sirve para valorar los elementos clave del riesgo químico de estas comunidades; proporcionan parámetros comparativos para monitorear los cambios en el riesgo, y permite observar los efectos de intervenciones específicas en el nivel de riesgo de un grupo social. Asimismo, es posible identificar las principales deficiencias para enfrentar los desastres y, por lo tanto, indican posibles áreas de intervención.

Hay cinco criterios que se utilizaron para seleccionar los indicadores para el elemento clave identificado. Cada uno se presenta a continuación junto con una pregunta ilustrativa en forma de explicación:

Validez - ¿Mide el elemento clave en consideración?

Fiabilidad - ¿Es una medida consistente en el tiempo?

Sensibilidad: ¿Cuándo los cambios en los resultados serán sensibles a esos cambios?

Disponibilidad - ¿Será fácil medir y recopilar la información?

Objetividad: ¿Se pueden reproducir los datos en condiciones cambiantes?

Se prestó una consideración específica al requisito de que los indicadores sean fácilmente aplicables en los entornos de datos de las comunidades y las autoridades locales. Con este fin, se definió que la información clave requerida estaba disponible para personas con conocimientos a nivel comunitario. Un cuestionario recoge la información. Los datos de encuestas científicas pueden respaldar esta información, pero no son esenciales.

Para poder indicar a las comunidades su posición actual con respecto a diversos factores de riesgo y su desempeño en la reducción del riesgo, cada indicador viene con puntos de corte que agrupan el valor del indicador de las comunidades en una categoría alta, media o baja.

Las Hojas de descripción de indicadores que se encuentran en el Anexo 2:

Para reunir los datos de los indicadores, se desarrolló un cuestionario para ser administrado a los parámetros. Por cada indicador, se proporcionan puntos de corte que dan como resultado clases bajas / medias / altas para cada indicador. Esto le da al nivel local una respuesta inmediata si su comunidad está en el nivel inferior, medio o superior con respecto a cada aspecto capturado. Esto también crea una conciencia inmediata por ej. sobre las vulnerabilidades existentes o deficiencias en la capacidad.

#### *Limitaciones*

Los puntos de corte definidos para la agrupación baja / media / alta de valores de indicadores son más bien subjetivos y se ajustaran al contexto geográfico. El desafío es definir grupos sensatos bajo / medio / alto que reflejen realmente diferencias cualitativas en estos grupos.

Los datos provienen de personas seleccionadas en el nivel de la comunidad. Por lo tanto, la calidad de los datos dependerá del conocimiento de esas personas. Si bien la mayoría de la información se puede validar a través de fuentes estadísticas (por ejemplo, densidad, presupuesto, etc.), cierta información es cualitativa y depende de la evaluación subjetiva de los encuestados (por ejemplo, gestión ambiental: muchos / algunos / pocos). Esto es especialmente crítico si el sistema se usa para monitorear el progreso y los intereses distintivos podrían sesgar las respuestas. Por lo tanto, es importante tener un grupo de encuestados bien compuesto y llegar a una estandarización de procedimientos y mediciones.

Los índices son atractivos debido a su capacidad para resumir una gran cantidad de información a menudo técnica sobre el riesgo de desastres naturales de una manera que es fácil de entender y utilizar para los no expertos en la toma de decisiones de gestión de riesgos

La idea básica es que a cada indicador se le asigna un valor de 1,2 o 3 según el rango alcanzado de bajo, medio o alto. Se da un 0 si el indicador no se aplica.

Como los indicadores tienen diferentes significados para peligros específicos se aplica un peso específico para el peligro. Los valores resultantes de los indicadores de los cuatro factores del marco conceptual se resumen en puntajes. Dependiendo de las medidas del indicador, las puntuaciones de los factores varían entre 0 y 100.

Dado que se cree que los cuatro factores contribuyen por igual al índice de riesgo general las ponderaciones se eligieron para permitir que cada índice de factores oscile entre 0 y 100. Esto se puede lograr al distribuir un total de 33 puntos de ponderación (en realidad 33 1/3) según la importancia creída de los indicadores para cada factor.

La siguiente ecuación determina los índices de factores:

$$\begin{aligned} H &= wH1x'H1 + w H2 x'H2 + w H3 x'H3 + w H4 x'H4 \\ E &= wE1x'E1 + w E2 x'E2 + w E3 x'E3 + \dots + w E6 x'E6 \\ V &= wV1x'V1 + w V2 x'V2 + w V3 x'V3 + \dots + w V14 x'V14 \\ C &= wC1x'C1 + w C2 x'C2 + w C3 x'C3 + \dots + w C23 x'C23 \end{aligned}$$

donde H, E, V y C son los valores de los índices de Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Capacidad y medidas, respectivamente; x se refiero a los valores escalados de los indicadores; y  $w_i$  son los pesos enumerados de acuerdo al riesgo.

Al igual que con la ponderación del indicador, la relación real entre los factores no se puede determinar estadísticamente. Siguiendo el enfoque de Davidson (1997), se asume que una relación lineal es razonable y fácil de entender e implementar.

Usando la línea de relaciones de línea, se sugiere sumar los puntajes de los factores de peligro, exposición y vulnerabilidad y deducir el puntaje de factor de capacidad y medidas. Para usar la misma escala entre 0 y 100 como lo hacen los índices de factores individuales, se introduce un peso uniforme de 0.33 para todos los factores.

De esta manera, el índice de riesgo general R nunca puede exceder de 100 y razonablemente no obtener negativo. Expresado como ecuación:

$$R = (wHH + wEE + wVV) - wCC$$

donde R es el índice de riesgo general, H, E, V y C son las puntuaciones de los índices de amenaza, exposición, vulnerabilidad y capacidad y medidas, respectivamente, y  $w_i$  es el coeficiente constante de 0.33 como un peso uniforme para todos los factores.

El índice de riesgo general nos informa sobre el riesgo y los factores determinantes de riesgo identificados de las comunidades.

Permite:

1. Comparar diferentes comunidades en todo el país para identificar comunidades con alto Riesgo de desastres por focalización. Esto también se puede hacer para las comunidades que enfrentan riesgos de diferentes peligros.
2. Reconocer para cada comunidad cuáles son los factores determinantes detrás del riesgo existente.

Es decir, si el riesgo proviene del peligro en sí mismo (peligro), se debe a una vulnerabilidad elevada niveles (vulnerabilidad) o proviene de una falta de capacidad (capacidad y medidas).

3. Distinguir las diferentes magnitudes posibles de daños a través del puntaje de Exposición.

4. Revelar déficits en las capacidades de gestión de riesgos y áreas potenciales de intervención a través de un desglose de la puntuación de capacidad y medida en los componentes del factor.

#### Validación del método

El índice resume una gran cantidad de información para facilitar la comparación de la magnitud y la naturaleza del riesgo de desastres de una manera que sea fácilmente accesible para los usuarios potenciales.

Las ecuaciones lineales propuestas son sensatas y están respaldadas por un conocimiento experto. Y también se cree que, aunque no se ha verificado científicamente, el sistema de puntuación resultante es un paso sensato hacia un análisis e interpretación que proporciona una mejor orientación al nivel local que la presentación puramente individual.

Tabla 15 Cálculo del índice de riesgo

Indicador	Pregunta	Rangos (valor)			Justificación	Valor del indicador	Peso para riesgos tecnológicos	Total
		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)				
<b>AMENAZA</b>								
H1	¿Qué tan seguido se presentó una emergencia con este nivel de riesgo dentro de los últimos 30 años?	0-1 veces	2-3 veces	>3 veces	Los accidentes con gas L.P. de acuerdo al marco conceptual son muy recurrentes, sobre todo en instalaciones que no están reguladas.	3	10	30
H2	¿Cuál es la probabilidad de los posibles riesgos a la comunidad por el manejo de esta sustancia, si esta no tiene conocimiento de ellos?	Menos de 0.0001	Entre 0.0001 y 0.1	Mayor a 0.1	Las personas de la comunidad están conscientes del riesgo por almacenamiento de Gas L.P. al que están expuestos, dado que no están de acuerdo con la instalación de estos tanques. A través del trabajo de campo se confirmó que la mayoría sabe que puede producir un incendio y/o explosión	1	9	9
H3	¿Cuál es la intensidad esperada de un posible evento?	Quema duras leves (Radiación 1.4 kW/m2)	Quema duras de segundo grado (Radiación 5 kW/m2)	Potencia letal (Radiación 10 kW/m2)	De acuerdo con el cálculo de radios de afectación por explosión BLEVE, se considera una radiación de 10 kW/m2 en un radio de 195 metros, que de acuerdo con el INEGI viven 724 personas	3	12	36
<b>EXPOSICIÓN</b>								
E1	Distancia de las viviendas a la estación de carburación	>1000 metros	100-1000 metros	0-100 metros	La vivienda más cercana a la estación se encuentra a 27 metros, cuando la legislación marca que debe haber una distancia de al menos 100 metros a cualquier vivienda.	3	8	24
E2	Distancia a vías primarias	>100 metros	15 metros-100 metros	0-15 metros	La autopista México-Pachuca se encuentra a 250 metros de la estación. La legislación marca que las vías principales de comunicación debe estar por lo menos a 15 metros	1	6	6



Indicador	Pregunta	Rangos (valor)			Justificación	Valor del indicador	Peso para riesgos tecnológicos	Total
		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)				
E3	Edad de las instalaciones	0-5 años	5-10 años	>10 años	De acuerdo con la información proporcionada por las personas de la comunidad la estación se instaló en el año 2015	1	5	5
E4	Población potencialmente afectada	<500	500-1000	>1000	De acuerdo al simulador de riesgos, dentro del radio de riesgo para el evento de explosión se verían afectada una población de 724 habitantes	2	8	16
E5	Frecuencia de relleno de cilindro de gas	Bimestral	Mensual	Semanal	De acuerdo con las entrevistas realizadas a la comunidad, el relleno de cilindros de gas es variable, sin embargo se menciona que al menos una vez al mes se compra el gas en este tipo de establecimientos	1	6	6
<b>VULNERABILIDAD</b>								
V1	Material de las viviendas	Concreto	Adobe	madera o palma	De acuerdo al trabajo de campo y el resultado de las entrevistas las casas son de concreto	1	4	4
V2	Población en edades extremas	<20%	20-50%	50%	De acuerdo a los datos del INEGI, en la AGEB que se vería más afectada viven 235 personas entre los 0 y 14 años, mientras que las personas que tienen más de 60 años son 39 dando un total de 274, que representa el 37.84%	2	4	8
V3	Distancia a servicios de emergencia	0-5 km	5-15 km	>15 km	De acuerdo a la entrevista con el personal de Protección Civil Municipal, las quemaduras sólo se tratan en el Hospital General de Pachuca que se encuentra a una distancia de 35 kilómetros.	3	8	24
V4	Cercanía de áreas de concentración	>1000 metros	100-1000 metros	0-100 metros	De acuerdo al trabajo de campo existe una escuela primaria a 205 metros, una iglesia a 86 metros y una unidad deportiva a 108 metros	3	5	15

Indicador	Pregunta	Rangos (valor)			Justificación	Valor del indicador	Peso para riesgos tecnológicos	Total
		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)				
V5	Participación comunitaria en simulacros	Alta	Media	Baja o nula	De acuerdo a las entrevistas a la comunidad y al personal de protección civil municipal, la participación de la comunidad es nula respecto a la participación en simulacros de evacuación que involucren este tipo de escenarios	3	5	15
V6	Giro de las unidades económicas	Mezcla de 3 sectores	Mezcla de 2 sectores	Más que el 80% en un solo sector	De acuerdo con el DENU se tiene una mezcla de 2 sectores: secundario y terciario (comercio y servicios)	2	4	8
V7	Porcentaje de negocios con menos de 20 empleados	<50%	50-80%	>80%	De acuerdo con el DENU el valor es de 222 negocios de 226, corresponde al 98.23%	3	3	9
<b>CAPACIDAD</b>								
C1	¿Se cuenta con un Plan de Protección Civil Municipal?	No		Si	De acuerdo a la entrevista con el personal de Protección Civil Municipal, este cuenta con un Plan, el cual marca las acciones de prevención y mitigación de riesgos y está avalado por la Secretaría de PC Estatal	1	4	4
C2	Existencia de un comité municipal de Protección Civil	Si, cada 3 años	Si, se reúne cada año	Si, se reúne cada 6 meses	Como tal no se cuenta con un comité municipal de protección civil	0	3	0
C3	Infraestructura para la protección	No cuenta con equipo	Equipo escaso	Equipo adecuado	De acuerdo a la entrevista, se cuenta con un personal de 10 trabajadores, en dos turnos de 24X24. Se cuenta además con dos ambulancias y un auto para servicios múltiples. No cuentan con estación de bomberos	2	5	10
C4	Simulacros de emergencia	una vez cada dos años	una vez al año	dos veces al año	De acuerdo a la entrevista, no se ha realizado ningún simulacro que tenga como escenario un incendio o explosión de instalaciones de gas L.P.	0	6	0

Indicador	Pregunta	Rangos (valor)			Justificación	Valor del indicador	Peso para riesgos tecnológicos	Total
		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)				
C5	Brigadas de emergencia local	No cuenta	Pocos miembros	Muchos miembros	Las brigadas de emergencia a nivel local constan de dos personas. En caso de un siniestro mayor se requiere del apoyo de brigadistas de otros municipios como son Tizayuca y Zapotlán.	2	4	8
C6	Capacitación de personal de atención a emergencias	Mínima	Adecuada	Superior a la esperada	Durante la entrevista se menciona que el personal cuenta con capacitación para el manejo de emergencias como son el manejo de extintores y primeros auxilios.	2	3	6
C7	Gestión del riesgo	Revisión física de instalaciones	Aprobación de Planes de PC	Aprobación y verificación de lineamientos de protección civil	Durante la entrevista se menciona que a nivel municipal solo se cuenta con el trámite de visto bueno por parte de su departamento, el cual consiste en la revisión física de las instalaciones sin ninguna lista de verificación conforme a una norma o lineamiento de las autoridades federales	1	3	3
C8	Atlas de riesgo	Cuenta pero es a nivel nacional	Cuenta, pero es a nivel regional	Cuenta y es a nivel local	De acuerdo a la entrevista, el municipio no cuenta con un atlas de riesgos y dentro del nacional se considera bajo en la categoría de bajo riesgo respecto a los químico-tecnológicos	2	3	6
C9	Planes de emergencia	Ineficiente	Normal	Eficiente	Debido a que no se han presentado emergencias de índole químico, no hay una forma de medir la eficiencia del plan de emergencia establecido por el municipio	2	2	4

Tabla 16 Resultados índice de riesgo

Amenaza	75
Exposición	57
Vulnerabilidad	83
Capacidad	41

$$\text{Índice de riesgo} = (0.33 \times 75) + (0.33 \times 57) + (0.33 \times 83) - (0.33 \times 41) = 57.42$$

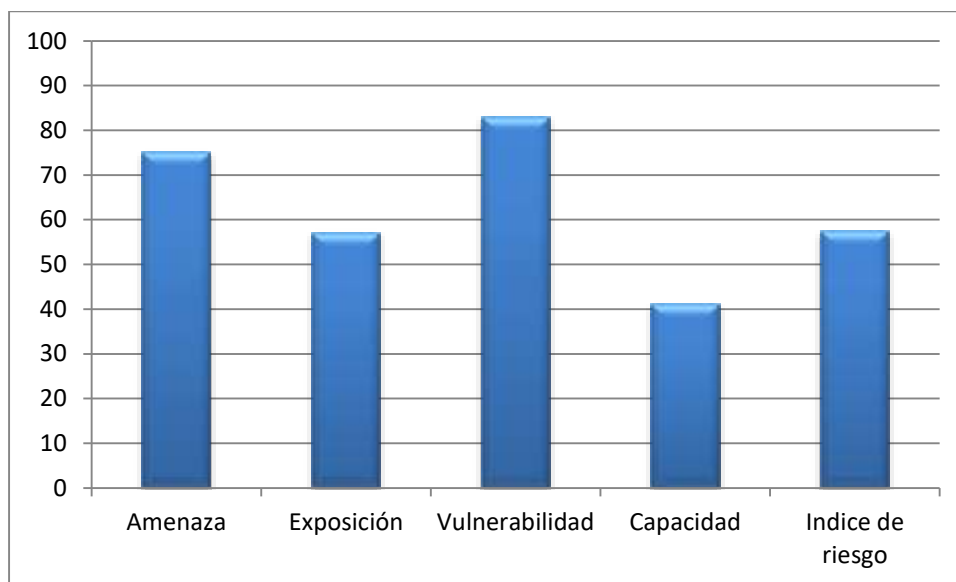


Figura 16 Comparación de los elementos del índice de riesgo

#### 4.5 Análisis de resultados

A partir de la entrevista al personal del municipio y de las entrevistas a la población se identifican tres actores que participan en la construcción del riesgo asociado a esta estación: El gobierno local (municipal y estatal), la empresa gasera y la población circundante a la instalación. Es a partir de esta información que se establecen las relaciones necesarias para entender el proceso de construcción del riesgo, el cual se evaluó a través del índice de riesgo.

Los factores geográficos que sirvieron para la estimación de la exposición y la vulnerabilidad fueron la distancia a la estación, la concentración de la población circundante a través de la obtención de datos del INEGI, la distancia a las unidades de atención de emergencias y las actividades económicas preponderantes en la localidad.

De acuerdo al resultado numérico y gráfico del se cuenta con un índice de riesgo 57.42, del cual se observa que el que tiene un mayor peso es de la vulnerabilidad, seguida por la amenaza, después la exposición y al último la capacidad. Cabe destacar que la capacidad es el parámetro que permite que este índice se reduzca o aumente.

Considerando la metodología establecida por el GIZ, el índice de riesgo debe estar entre 0 y 100, se puede decir que este índice nos indica que está ligeramente arriba de la mitad de dicho intervalo. Por desgracia no existe una norma o estándar para categorizar el nivel de riesgo de acuerdo a este valor.

Se propone la siguiente escala:

Riesgo tolerable	Riesgo reducible	Riesgo intolerable
0-50	50-80	80-100

De acuerdo a los Criterios para el análisis cuantitativo de riesgos del PDVSA (2004:36) se tiene lo siguiente:

**Intolerable:** *Es inaceptable la condición presente y resulta obligatorio adoptar medidas que reduzcan la frecuencia de ocurrencia y/o la severidad de los potenciales accidentes.*

*Es importante agotar en primera instancia todas las posibilidades de medidas de ingeniería conducentes a reducir la frecuencia de ocurrencia del accidente, siendo inaceptable pretender únicamente la adopción de medidas dirigidas a la reducción de consecuencias.*

**Reducible:** *Deben evaluarse las medidas individuales o combinaciones de ellas, mediante la aplicación de un análisis costo- beneficio, que fundamente la justificación económica de las propuestas, a efecto de facilitar la toma de decisiones.*

*Es aconsejable visualizar todas las opciones de reducción del riesgo, a través de la combinación de medidas de ingeniería y/o administrativas, que permitan la disminución de la frecuencia de ocurrencia y/o minimización de consecuencias de los posibles accidentes.*

*Dar prioridad a las medidas de ingeniería dirigidas a la reducción de frecuencia de ocurrencia de los eventos indeseables, y luego complementar las mismas con las medidas (de ingeniería o administrativas), que minimicen y atenúen las consecuencias de los mismos.*

**Tolerable:** *El riesgo es tolerable y no es imperativo aplicar medidas de reducción del riesgo. No obstante, si se visualizan medidas obvias que contribuyan a reducir aún más el riesgo y la aplicación del análisis costo – beneficio favorece la implantación de tales medidas, las mismas deberían adoptarse.*

Considerando lo anterior, se puede decir que con el cálculo de índice de riesgo se tiene un riesgo reducible, en el cual se tendrán que tomar las medidas adecuadas ya sea de carácter legal, político y económico para subsanar aquellas variables que otorgan más peso a cada parámetro a través de un análisis costo-beneficio que tendría que efectuar tanto la instalación como el municipio.

Los factores que más afectan a cada parámetro y que se deben atacar de inmediato son:

Amenaza: la variable que tiene mayor peso es el H3 (intensidad del evento) directamente relacionado con el análisis de riesgos, donde resultó que la explosión BLEVE es la más catastrófica. Para ello se deberán considerar el mejoramiento de las instalaciones, como son la protección contra incendio, protección contra descargas atmosféricas y la regulación por parte de las autoridades federales conforme a la normatividad vigente

Exposición: la variable que tiene mayor peso es el E1 (distancia de las viviendas a la estación). Dado que esta estación se construyó recientemente (2015) las casas ya estaban construidas cuando esta se instaló, por lo que no es viable el reubicar las viviendas si no lo más adecuado tal vez sería la reubicación de la estación a manera que se cumpla con las distancias mínimas establecidas en la normatividad vigente.

Vulnerabilidad: la variable que tuvo mayor peso fue la V3 (distancia a servicios de emergencia), seguida de la V4 (cercanía a las áreas de concentración) y la V5 (participación comunitaria). Para disminuir el riesgo, aquí el municipio y la empresa gasera tendrán que trabajar mucho con la población acerca de la comunicación sobre el tipo de riesgos a los que están expuestos y la realización de simulacros para la evacuación en caso de este tipo de siniestros. En el caso de la distancia a los servicios de emergencia, el municipio tendría que considerar la petición al gobierno estatal y/o federal de la ampliación de presupuesto para la instalación de una clínica del Seguro Social y/o Seguro Popular que pueda atender casos de quemaduras o lesiones, ya sea en la cabecera municipal o en la misma localidad.

Capacidad: las variables que no tuvieron ningún peso en el índice por la inexistencia son la formación de un comité municipal de protección civil y la realización de simulacros que tengan como escenario un incendio o explosión de los tanques de gas. Para subir este parámetro y disminuir el índice de riesgo, el municipio deberá establecer este comité y reunirse dos veces al año como lo marca la legislación para tener una mejor gestión de los recursos otorgados y del personal de protección civil y para la programación y realización de los simulacros que tengan como escenario este tipo de eventos.

## Capítulo 5. CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar aquellos factores geográficos como son la distancia, la concentración y la diversificación de las actividades económicas que permitieron estimar, a través de un índice, el riesgo asociado a la instalación de una estación de carburación en la localidad de Felipe Ángeles al sur del Estado de Hidalgo. Se puede concluir que la metodología propuesta si bien fue compleja de conceptualizar, al final se obtuvieron resultados que permitirán tener un panorama más amplio de como analizar este tipo de riesgos.

Como se vio en el marco teórico, existen pocos trabajos académicos que tratan acerca de los riesgos químico-tecnológicos, y la mayoría se enfoca en el evento sin tomar en cuenta el proceso por el cual se genera el riesgo, en el cual están involucrados los actores identificados como son: la población circundante del cual se evaluó su exposición y vulnerabilidad a través de la estimación de los factores geográficos y sociales), el gobierno local, del cual se evaluó su capacidad para regular estos establecimientos y a su vez tener la infraestructura necesaria para la atención de algún evento relacionado con el almacenamiento de estas sustancias peligrosas y por último de la empresa que si bien no se tuvo acceso a la información que permita establecer el grado de cumplimiento legal en materia de seguridad, se pudo conocer su amenaza gracias a la simulación de peligros con el programa ALOHA.

Cabe destacar que a pesar de tener limitaciones en la evaluación de la amenaza realizando una investigación más profunda sobre el cumplimiento legal de la empresa, pude obtener información a través de las visitas de campo y mi experiencia profesional en este tipo de instalaciones. Es necesario resaltar que el quitar la estación de carburación no es la solución para la eliminación del riesgo. Para ello es necesario que la empresa se regularice de acuerdo a los lineamientos jurídicos que le competen y al gobierno local le corresponde la vigilancia de dicho cumplimiento.

La complejidad del estudio de la sociedad hace que también sea complejo el obtener datos certeros acerca de sus características. Una de las principales dificultades en esta investigación fue la obtención de datos de la población, viviendas y otros parámetros que hubieran aportado más al índice como lo son la marginación o el acceso a recursos públicos de reconstrucción, los cuales son difíciles de obtener y que de acuerdo a lo revisado en la legislación estos son limitados.

Otra dificultad fue la estandarización de los parámetros para definir cuando era bajo, medio o alto ya que en muchos de los casos estos eran cualitativos y la falta de procedimientos o lineamientos en materia de protección civil o del manejo de sustancias químicas, y se dificulta el poder categorizarlos. Casos como el número de personas afectadas, el porcentaje de personas en edades vulnerables y las distancias a servicios de emergencia, no existe un criterio o norma que nos permita saber cuál es el más adecuado, ni siquiera para el análisis de los llamados desastres naturales. De ahí la

importancia de este trabajo como propuesta de estandarización y evaluación de riesgos tomando en cuenta la vulnerabilidad de la población circundante y la capacidad de las autoridades locales.

La aportación principal de este trabajo es que puede servir como base para una evaluación de riesgos que tome en cuenta las características de la población circundante con base en factores geográficos como los identificados y las relaciones entre los actores involucrados. Esto último es necesario que se tome en cuenta, en la denominada “gestión del riesgo” que tiene con el enfoque de mitigar las causas físico-geográficas que pueden producir un evento y, así como el de reducir los daños probables a través de reducir la exposición y la vulnerabilidad social; así como a través de mejorar las capacidades sociales y de las autoridades. Esperamos que con esta contribución se documente la manera en la cual el riesgo no es un hecho aislado, sino que es un proceso socialmente construido.

Todos los parámetros de riesgo son una construcción social, la amenaza por la necesidad de tener cerca una sustancia que a pesar del peligro que representa es muy importante por el uso que se le da como combustible. El cambio de uso de leña o carbón al uso de derivados del petróleo aumentó esa amenaza. Cabe destacar que en esta localidad aún no se cuenta con la conexión a redes de gas natural por lo que el gas L.P. sigue siendo importante. En el caso de la exposición más que un factor social, fue un factor político. La “aparición” de esta estación sin consulta y sin estudios previos de afectación, provocó que las casas quedaran muy cercanas a dicha instalación aumentando su exposición.

En el caso de la vulnerabilidad son un sinnúmero de factores que inciden en el aumento de esta. Como se mencionó en el análisis del índice de riesgo, el factor principal es la escasez de servicios de salud que permitan una atención inmediata a la población en caso de un evento de incendio y/o explosión de estos tanques, además de que no se consideraron las distancias mínimas a los centros de concentración masiva como es la escuela primaria, la iglesia y la unidad deportiva, por lo que hace indispensable contar con planes de emergencia específicos para este tipo de eventos y que la población sepa que hacer en caso de que se presenten.

Para la capacidad, lo que se puede concluir es que son muchos los factores que afectan este índice. Uno de ellos es la falta de coordinación entre las unidades estatal y municipal de protección civil, lo que impide que en primera instancia se tengan los recursos y el personal suficiente no sólo para la atención de riesgos químicos sino de toda índole, por considerarse un municipio de riesgo bajo (de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos). Si sumamos que no existen políticas públicas que atiendan el manejo de sustancias químicas peligrosas a nivel nacional, una legislación laxa en el Estado y la falta de presupuesto para la generación de un atlas municipal de riesgos.

La ubicación de Los Ángeles también es un factor influyente en estos riesgos. Por un lado la distancia a Pachuca, ciudad donde se localiza el hospital con la especialización en



quemaduras, el hecho de estar en un corredor carretero importante como lo es la autopista México-Pachuca y el recién construido Arco Norte, el cual va a atraer el crecimiento urbano hacia este municipio, aumentando el número de viviendas, industrias y comercios y con ello el aumento en el uso de este tipo de sustancias. Si el municipio sigue sin tener la capacidad para atender este tipo de eventos, el riesgo aumentará a una categoría de intolerable, lo cual indica que se tendrán que tomar medidas drásticas si realmente se quiere proteger a la población de esta región.

Este trabajo puede servir como guía a las autoridades locales para la planeación del territorio, tomando en cuenta los criterios de distanciamiento a este tipo de instalaciones, concentración actual y futura de la población y sobre todo la percepción de la población acerca de este tipo de riesgos en los Programas Municipales de Protección Civil y protocolos de atención de emergencias. Considero se deben tomar en cuenta estos criterios en la realización en el Plan Municipal de Desarrollo y los Programa Estatales de Ordenamiento Territorial.

En el caso de las actividades económicas de este sitio destaca el comercio de comida, el cual tiene como principal insumo este gas, aumentando la demanda de dicha sustancia, justificando así la instalación de esta estación. Otro factor es el precio, ya que por ser un relleno de cilindros este se vende por litro, lo cual hasta cierto punto conviene más a la economía familiar que comprar el cilindro lleno, sin embargo la amenaza y exposición son el precio real a pagar por la cercanía de esta estación a sus viviendas. Es necesario tanto el gobierno local como la empresa tenga un acercamiento a la comunidad con el fin de que esta tenga el conocimiento necesario sobre el riesgo asociado a este tipo de instalaciones y las medidas preventivas para evitar un desastre.

El rezago social también es un factor que incide en este índice, ya que al no tener una diversificación en las actividades las oportunidades de empleo en la comunidad son escasas, provocando dos fenómenos, uno que es el traslado a ciudades como Pachuca o la Ciudad de México para su trabajo o los que se logran quedar se emplean en comercio y/o servicios. En el caso de la estación de carburación se mencionó que eran jóvenes quienes trabajaban ahí, sin los conocimientos ni habilidades necesarias para manejar este tipo de sustancias. Además, a través de las entrevistas se evidenció que muchas de las personas tenían un conocimiento limitado de los riesgos por el manejo de Gas L.P. sumado al riesgo que se tiene de rellenar e instalar por cuenta propia los cilindros de esta estación.

Un factor que no fue considerado en el índice explícitamente es la escasez de agua en la región. Por ser una región semidesértica se carece de grandes cuerpos de agua y los que existen tienen un alto grado de contaminación de acuerdo a la información recabada. Esto es crucial ya que provoca que se pueda extender un posible incendio en la zona dada la falta de agua y sumado a que dicha estación se encuentra en una zona de pastizal el cual aumenta la cantidad de material combustible alrededor de ella.

Tolcayuca al igual que del resto de los municipios, no está exento de sufrir los efectos catastróficos provocados por el hombre, sin embargo pareciera que no se tiene conciencia de ello. Esto lo menciono porque me llamó en particular la atención el hecho de que la Ley General de Protección Civil y Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo consideran los riesgos antropogénicos como de responsabilidad civil, lo que lleva a que no se tenga acceso a los instrumentos financieros que menciona dicha ley, y que en caso de un incendio y/o explosión ellos no se harán responsables en resarcir los daños, dejando a las familias totalmente desprotegidas. Si se considera responsabilidad civil entonces se le debe exigir a la estación la regulación de sus actividades y en posteriores ocasiones tomar en cuenta la opinión de la población.

Por eso, considero que el enfoque crítico de este trabajo fue fundamental, ya que me permitió entender y cambiar de esquema mental de que este tipo de riesgos no se pueden entender como eventos aislados sino que se dan dentro de un contexto el cual puede aumentar o disminuir su valor. Este tema no queda aquí terminado, puede servir como base para la realización de investigaciones relacionadas con este tipo de riesgos (con estudios más profundos en colaboración con sociólogos y psicólogos sociales para entender la complejidad de la percepción sobre estos temas. Considero que la falta de datos certeros y de memoria histórica (como es el caso de San Juanico y las explosiones de Guadalajara) son obstáculos para una mejor comprensión y atención de este tipo de riesgos.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, la hipótesis planteada al inicio del trabajo se confirma, ya que a través del índice de riesgo propuesto se pudo analizar que factor del vulnerabilidad es el que más influye en él. El papel de cada uno de los actores es clave para entender la relación entre la vulnerabilidad y la capacidad. Por lo tanto no solo se pudo contestar a la pregunta de investigación a partir de la evidencia empírica presentada a través de la construcción del índice de riesgo, sino que también se pueden establecer qué tipo de medidas se deben tomar en cuenta en la evaluación de este tipo de riesgos.

Entender que este proceso es una construcción social es crucial. A diferencia de un proceso natural, la estación no nació en el sitio; su construcción fue una decisión humana a través de una serie de acuerdos entre distintos actores involucrados, para la satisfacción de una demanda. Fue gracias a la visión geográfica que pude tomar todos estos elementos y hacer un análisis de sus interacciones.

Espero que este trabajo haya sido de su agrado como lo fue para mí. Por motivos personales escogí este sitio de estudio, que si bien el riesgo no es comparable a lo que representa una instalación mayor como lo es una refinería o una central nuclear, es un riesgo que poder reducirse aún más tomando en cuenta todos los aspectos aquí señalados.

## Referencias bibliográficas

### Fuentes bibliográficas

Albert, L. Jacott, M (2015) *México Tóxico*. Emergencias Químicas. Ed. Siglo XXI

Araiza, A. J. A. (2019) *Modelado espacial del Riesgo Sanitario-Ecológico, derivado del mal manejo de los residuos sólidos urbanos, en los municipios de la cuenca del cañón del sumidero, Chiapas*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Geografía. UNAM.

Blaikie (1994) *At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*.

Bosque Sendra, J., Díaz Castillo, C., Díaz Muñoz, M. A., Gómez Delgado, M., González Ferreiro, D., Rodríguez Espinosa, V. M., Salado García, M. J. (2004): "Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG. Aplicación en la Comunidad de Madrid", *GeoFocus* (Artículos), nº 4, p. 44-78. ISSN: 1578-5157

Calderón G. (2004) *Construcción y reconstrucción del desastre*, Edit .Plaza y Valdés, México

CENAPRED (2007) *Riesgos químicos*. Serie fascículos. México

CENAPRED (2010) *Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas*. Coordinación de investigación. Area de riesgos químicos. Consultado el día 23 de septiembre de 2018 en <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/373/1/images/itmraeig.pdf>

CENAPRED (2006) *Guía práctica sobre riesgos químicos*. Consultado el día 26 de mayo de 2019 en <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/137-GUAPRACTICASOBRERIERESGOSQUIMICOS.PDF>

CENAPRED (2019) Gas L.P.: Evita accidentes. Consultado el día 08 de marzo de 2019 en <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/364-INFOGRAFAGASLP-EVITAACCIDENTES.PDF>

Cardona A, O.D. (2001) *Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas dinámicos complejos*. Tesis doctoral. Barcelona 2001. Consultado el día 27 de mayo de 2019 en <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6219/04Capitulo2.PDF?sequence=4&isAllowed=y>

CONEVAL (2018) *Anexo Estadístico de Pobreza a nivel municipio 2010 y 2015*. Consultado el día 03 de octubre de 2018 en [https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE\\_pobreza\\_municipal.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE_pobreza_municipal.aspx)

CONEVAL (2018) *Índice de rezago social 2015 a nivel nacional, estatal y municipal*. Consultado el día 03 de octubre de 2018 en [https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice\\_Rezago\\_Social\\_2015.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2015.aspx)

Coy, M. (2010). Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América Latina. Poblac. soc. vol.17 no.1 San Miguel de Tucumán ene./jun. 2010

Díaz, M. M; Díaz, C, C. (2002). El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos. Algunas cuestiones conceptuales y metodológicas. Revista Serie Geográfica. No. 10. Página: 27-41. Madrid, España.

Díaz, M. M (1995). Residuos, Población y Riesgo. Perspectivas desde las Ciencias Sociales para el Estudio de un Problema Ambiental. Revista Serie Geográfica. No. 5 pp. 5-20. Madrid, España.

García Acosta (2005), El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. Revista Desacatos, septiembre-diciembre, número 019. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. CDMX pp. 11-24

García Ramírez, Viridiana (2014) Construcción Espacial de Zonas de Riesgo en el Municipio de Valle de Chalco. Tesis para obtener el título de licenciatura en Geografía. UNAM.

Hernández Rodríguez Víctor Manuel. (2007) Identificación de zonas de riesgo y peligros naturales en el ducto de gas natural GN-D084. Tesis para obtener el grado de maestro en Geografía. UNAM

Huizar, A.R. (1993) Carta hidrogeológica de la cuenca del Río de las Avenidas de Pachuca, Hidalgo, México. Revista Investigaciones Geográficas No. 27 México. Diciembre de 1993. Consultado el día 24 de marzo de 2019 en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46111993000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46111993000200004)

INEGI (2019) *Marco geoestadístico nacional*. Consultado el día 08 de marzo de 2019 en <https://www.inegi.org.mx/temas/mapas/mg/>

INEGI (2019) *Sistema para la Consulta de Información Censal 2010*. Consultado el día 08 de marzo de 2019 en <http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html>

Linayo (2010) *Identificación y Tratamiento del Riesgo Tecnológico Urbano de la Ciudad de Mérida (Venezuela)*. Revista *La Gestión del Riesgo Urbano en América Latina*. Pags 176-190. Consultada el día 22 de noviembre de 2018 en <http://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/alejandra-linayo.pdf>

ONU (2009) *Terminología para la reducción de riesgo de desastres*. Estrategia internacional para la reducción de desastres. Ginebra, Suiza.

ONU (2016) *Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción de desastres*. Documento A/71/644

PNUD (2014) *Índice de Desarrollo Humano Municipal en México. Nueva Metodología*. Consultado el día 04 de octubre de 2018 en <http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/idh-municipal-en-mexico--nueva-metodologia.html>

PROFEPA (2005) *Las emergencias en México*. Consultado el día 08 de marzo de 2019 en [http://www.iztacala.unam.mx/www\\_fesi/proteccioncivil/higieneysseguridad/memorias\\_emerg\\_quim/martes/1\\_lasemergenciasquimicasenmexico.pdf](http://www.iztacala.unam.mx/www_fesi/proteccioncivil/higieneysseguridad/memorias_emerg_quim/martes/1_lasemergenciasquimicasenmexico.pdf)

PVDSA (2004) Criterios para el análisis cuantitativo de riesgos. Consultado en día 06 de mayo de 2019 en [http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/postgrado/tde\\_arquivos/94/TDE-2011-11-27T08:11:31Z-1690/Publico/batistiniluis\\_parte7.pdf](http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/postgrado/tde_arquivos/94/TDE-2011-11-27T08:11:31Z-1690/Publico/batistiniluis_parte7.pdf)

Renn, O. et al. (1993) *Risiko. Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit* p. 20.

Rojas Bustamante, Irma Alicia (1988) *Proposición Metodológica para el análisis de la geografía del riesgo*. Tesis para obtener el título de licenciatura en Geografía. UNAM.

Ruiz, R. N (2017) *Asociaciones público-privadas en la reducción de riesgo de desastres. El caso de la industria química de Coatzacoalcos, México*. Revista Gestión y Política Pública Volumen XXVI, número 1. pp. 105-138 consultado el 07 de mayo de 2019 en <http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v26n1/1405-1079-gpp-26-01-00105.pdf>

Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz (s.f.) *Recomendaciones y medidas preventivas de Protección Civil para el Uso y Manejo del Gas L.P.* Consultado el día 25 de septiembre de 2018 en <http://www.colver.edu.mx/files/2015/04/PC-20150201-UsoGasLP.pdf>

Secretaría de Salud de Hidalgo (2018) *Atlas de Riesgo por Desastres en Salud*. Consultado el día 07 de septiembre de 2018 en <http://atlas.ssh.gob.mx/municipio.php?mpio=075&nombrempio=Tolcayuca>

Seguridad Integral Atlanta (s.f.) *Riesgo de explosión en tanques de gas*. Consultado el día 24 de septiembre de 2018 en <http://www.atlantaseguridad.com/blog/riesgo-de-explosion-de-tanques-de-gas.php>

SEMARNAT (2019) *Emergencias Ambientales*. Consultado el día 12 de marzo de 2019 en [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/162/1/emergencias\\_ambientales.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/162/1/emergencias_ambientales.pdf)

SEMARNAT (2015). *Emergencia Químicas Reportadas a la PROFEPA (Periodo 2000-2014)*. Consultado el día 13 de diciembre de 2018 en [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/215/1/ea\\_00\\_14\\_pag\\_internet\\_09042015.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/215/1/ea_00_14_pag_internet_09042015.pdf)

SEMARNAT (2013) *Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo*. Consultado el día 25 de septiembre de 2018 en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/113618/Guia\\_para\\_la\\_Presentacion\\_del\\_Estudio\\_de\\_Riesgo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/113618/Guia_para_la_Presentacion_del_Estudio_de_Riesgo.pdf)

SENER (2017) *Prospectiva de Gas L.P. 2017-2031*. Consultado el día 08 de octubre de 2018 en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284341/Prospectiva\\_de\\_Gas\\_LP\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284341/Prospectiva_de_Gas_LP_2017.pdf)

Suarí, D. (1995) *Geografía y riesgos tecnológicos*. Revista Doc. Anal. Geográfica. No. 27, pag. 147-158. Barcelona, España. Revisado el día 25 de enero de 2019 en <https://ddd.uab.cat/pub/daq/02121573n27/02121573n27p147.pdf>

Vega, F.G. (2013) Percepción Social del Riesgo Químico – Tecnológico en Atequiza municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco: Una mirada desde sus actores locales. Tesis para obtener el título de Maestro en ciencias de la salud ambiental. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara

Vidal, M. T.; Pol, U.E. (2005) *La apropiación del espacio: una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares*. Anuario de Psicología 2005, Vol. 36, No. 3, 281-297. Consultado el día 13 de febrero de 2019 en <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99095/1/545803.pdf>

### Fuentes hemerográficas

Animal Político (2019). *Muere paciente herido por la explosión en Tlahuelilpan; son ya 135 fallecidos*. Periódico digital Animal Político de fecha 03 de marzo de 2019. Consultado el día 01 de agosto de 2019 en <https://www.animalpolitico.com/2019/03/muere-paciente-herido-explosion-tlahuelilpan/>

Chávez, V. (2015) 40% de cilindros de gas en el país están en riesgo de estallar: MC. Publicado en el periódico el Financiero el día 06 de diciembre de 201. Consultado el día 24 de septiembre de 2018 en <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/40-de-cilindros-de-gas-en-el-pais-estan-en-riesgo-de-estallar-mc>

Escobar, A. (2019) *Incendio de auto y estación de gas deja dos lesionados*. Consultado el día 07 de agosto de 2019 en <https://www.eluniversal.com.mx/estados/incendio-de-auto-y-estacion-de-gas-deja-dos-lesionados-en-sonora>

Hernández. L. (2018). *Atienden mil accidentes al mes por fugas de gas en CDMX*. Publicado en Excelsior en línea el día 15 de agosto de 2018. Consultado el 24 de septiembre de 2018 en <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/atienden-mil-accidentes-al-mes-por-fugas-de-gas-en-cdmx/1258858>

Redacción Querétaro 24/7 (2016) *El enemigo en casa, el peligro del picteleo*. Publicado en el periódico Querétaro 24/7 el día 15 de agosto de 2016. Consultado el día 25 de septiembre de 2018 en <http://www.queretaro24-7.com/respaldo/el-enemigo-en-casa-el-peligro-del-picteleo/>

Trejo. L.E. (2016). *En la ilegalidad, centro de carburación surten gas desde 50 pesos*. Publicado en el periódico Independiente de Hidalgo el día 21 de marzo de 2016. Consultado el día 24 de septiembre de 2018 en <https://www.elindependientedehidalgo.com.mx/archivo/2016/03/320714>

TVGuanajuato (2018) *El "picteleo", es la actividad de rellenar tanques de gas, ya sea fuera de la estación o en ella pero con el riesgo de que el cilindro que se transporta en vehículos particulares y no de distribución*. Consultado el día 24 de septiembre de 2018 en <http://tvguanajuato.com/seguridad/el-picteleo-es-la-actividad-de-rellenar-tanques-de-gas-ya-sea-fuera-de-la-estacion-o-en-ella-pero-con-el-riesgo-de-que-el-cilindro-se-transporta-en-vehiculos-particulares-y-no-de-d/>

Zamudio, I. (2015) *Explota estación de carburación en Coscomatepec*. Consultado el día 07 de agosto de 2019 en <https://www.milenio.com/estados/explota-estacion-de-carburacion-de-gas-en-coscomatepec>

#### *Fuentes normativas*

Cámara de Diputados (2019) *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Consultado el día 23 de febrero de 2019 en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm>

Cámara de Diputados (2016) *Ley de Hidrocarburos*. Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro\\_151116.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_151116.pdf)

Cámara de Diputados (2014) *Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos*. Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI\\_110814.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI_110814.pdf)

Cámara de Diputados (2016) *Ley Federal para Prevenir y Sancionar los Delitos Cometidos en Materia de Hidrocarburos*. Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPSDMH\\_010618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPSDMH_010618.pdf)

Cámara de Diputados (1988) *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Consultado en día 23 de febrero de 2019 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf)

Cámara de Diputados (2012) *Ley General de Protección Civil*. Consultado el día 07 de marzo de 2019 en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_190118.pdf)

Cámara de Diputados (2014) *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Consultado el día 27 de mayo de 2019 en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf>

Congreso del Estado de Hidalgo (2015) *Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo*. Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca\\_legislativa/Leyes/122Ley%20para%20la%20Proteccion%20al%20Ambiente%20del%20Estado%20de%20Hidalgo.pdf](http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/Leyes/122Ley%20para%20la%20Proteccion%20al%20Ambiente%20del%20Estado%20de%20Hidalgo.pdf)

Congreso del Estado de Hidalgo (2011) *Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo*. Consultada el día 23 de febrero de 2019 en [http://legismex.mty.itesm.mx/estados/ley-hgo/HID-L-ProtCivil2018\\_06.pdf](http://legismex.mty.itesm.mx/estados/ley-hgo/HID-L-ProtCivil2018_06.pdf)

Diario Oficial de la Federación (2014) *Reglamento de la Ley de Hidrocarburos*. Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5366671&fecha=31/10/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5366671&fecha=31/10/2014)

Diario Oficial de la Federación (2014) *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.* Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php%3Fcodnota%3D5365134](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php%3Fcodnota%3D5365134)

Diario Oficial de la Federación (2011) *Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011. Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba.* Consultado el día 25 de septiembre de 2018 en <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4491/sener/sener.htm>

Diario Oficial de la Federación (2005) *Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004. Estaciones de Gas L.P. para carburación.* Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php?codnota=2035059](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=2035059)

Diario Oficial de la Federación (2004) *Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004 Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.* Consultado el día 23 de febrero de 2019 en [http://dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php?codnota=717183](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=717183)

Diario Oficial de la Federación (2017) *Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-004-ASEA-2017 Especificaciones y requisitos en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de estaciones de servicio con fin específico para el expendio al público de gas licuado de petróleo, por medio del llenado parcial o total de recipientes portátiles a presión.* Consulta el día 25 de septiembre de 2018 en [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5493101&fecha=08/08/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5493101&fecha=08/08/2017)

Gobierno del Estado de Hidalgo (2017) *Decreto que determina la regionalización del Estado Libre y Soberano de Hidalgo.* Publicado en el Periódico Oficial el 25 de diciembre de 2017. Consultado el día 08 de marzo de 2019 en <http://sigeh.hidalgo.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Decreto-de-Regionalizaci%C3%B3n-Hidalgo-2017-1-1.pdf>

Gobierno del Estado de México. (2018) *Norma Técnica de Protección Civil NTE-002-CGPC-2018 que establece los lineamientos y las especificaciones para la elaboración del análisis de vulnerabilidad y riesgo de protección civil, que deberán desarrollar las dependencias, organismos y entidades de los sectores público, social y privado, encaminados a proteger a las personas que se encuentren en sus instalaciones sus bienes y el entorno a través del análisis cualitativo y cuantitativo de agentes destructivos de origen químico tecnológico, sus consecuencias y las medidas de prevención mitigación.* Publicado en el Periódico Oficial el día 25 de julio de 2018 en <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2018/jul253.pdf>

H. Ayuntamiento de Tolcayuca (2016). *Plan Municipal de Desarrollo Tolcayuca, Hidalgo 2016-2020.* Consultado el día 07 de marzo de 2019 en [http://tolcayuca.hidalgo.gob.mx/transp\\_files/PMD-Tolca%202016-2020.pdf](http://tolcayuca.hidalgo.gob.mx/transp_files/PMD-Tolca%202016-2020.pdf)



## **Anexo 1. Plan Municipal de Protección Civil Tolcayuca**

Dentro del Plan Municipal de Desarrollo se mencionan las siguientes estrategias en materia de Protección Civil.

### **Estrategias**

- Se mejorarán los protocolos de monitoreo y la atención de emergencias en el Municipio.
- Operación de la base municipal de protección civil.
- Se formará un Grupo Voluntariado.
- Se impartirá un servicio público de calidad y excelencia, mediante encuestas aplicadas a la ciudadanía.
- Se mejorará la estructura organizacional y funcional de la dirección de protección civil.
- Se implementará un programa de capacitación para los habitantes del municipio en materia de autoprotección.
- Se implementará un programa de simulacros para el municipio.
- Se capacitará a los Sectores Público, Privado y Social en materia de seguridad y protección civil.
- Se impulsará a la Protección Civil dentro del Sistema Educativo.
- Se implementará y desarrollará del Programa de Brigadistas Comunitarios.
- Se vinculará interinstitucional y multisectorialmente con la finalidad del fortalecimiento de apoyos a la Dirección de Protección Civil cuando así se requiera.
- Se utilizarán tecnologías de información y telecomunicaciones para impulsar la investigación de los riesgos del municipio.
- Se impulsará una adecuada organización institucional por medio de la planeación estratégica y funcional.
- Se creará el Reglamento Municipal de Protección Civil.

### **Programa municipal de fomento a la protección civil**

En un contexto de contar con una mejora de disposiciones, medidas y acciones destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre, el presente programa pretende eficientizar las tareas de prevención de accidentes, siniestros y mejorar la coordinación con los tres órdenes de Gobierno en materia de Protección Civil.

### **Líneas de acción**

- Implementar campañas educativas y de salud en materia de prevención y autoprotección para los habitantes en el municipio

- Mejorar el protocolo de monitoreo de emergencias.
- Mejorar la atención de emergencias.
- Aumento de recurso humano y tecnológico del sistema municipal de protección civil, conforme a las necesidades que generan los fenómenos perturbadores.
- Formación de brigadas con personas mayores a 18 años, en temas de la protección civil.
- Implementar sistemas de calidad de servicio.
- Elaborar un Programa de Capacitación Interno.
- Edición de material informativo y publicación en medios impresos, así como edición de material audiovisual que permita llegar a las diferentes zonas en que habita la población.
- Llevar a cabo un ciclo de conferencias, ejecución de simulacros dentro del municipio.
- Buscar la inclusión del tema de la protección civil en el nivel de educación básica buscando el fomento de la cultura de autoprotección.

### **Metas**

1. Al término de la gestión de la administración pública municipal, el 15% de la población de la cabecera municipal y el 30% de las personas de las comunidades, tengan conocimientos suficientes para poder dar primera respuesta a algún evento destructivo.
2. Llevar a cabo cursos de capacitación en el que se traten temas de la autoprotección y en materia de protección civil, en las colonias de la cabecera Municipal y en las Comunidades.
3. Minimizar el tiempo de respuesta en la atención de servicios a 5 minutos después de haber recibido el reporte.
4. Contar con un recurso humano altamente capacitado para afrontar las necesidades que surjan de la atención de servicios de protección civil.
5. Realizar por lo menos un ciclo de conferencias y seminarios, exposiciones y exhibiciones en materia de protección civil al año.
6. Creación e implementación de un manual de procedimientos interinstitucional para activaciones de emergencias.
7. Adquisición de equipo para investigación de riesgos que afectan al municipio, equipo computarizado.
8. Creación del Reglamento Municipal de Protección Civil para el Municipio eficiente y con apego a derecho.

<b>Tema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Nivel</b>	<b>Indicador</b>
Gestión integral de riesgos	Crear una cultura de protección civil en el municipio de Tolcayuca, con participación	Gestión	Instancia responsable de la gestión integral de riesgos (protección civil)

Tema	Objetivo	Nivel	Indicador
	multisectorial y profesionalizando el recurso humano de la Unidad Municipal de Protección Civil		Atlas municipal de riesgos Programa municipal de protección civil
		Desempeño	Tasa de crecimiento de asentamientos humanos en zonas de riesgos  Porcentaje de decesos por contingencia

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), señala que un ambiente propicio para las actividades sociales y productivas es un factor importante para la prosperidad económica. Se trata de fomentar el desarrollo empresarial y facilitar el acceso al mercado formal para promover la competitividad y el crecimiento; las características metropolitanas del Municipio no han sido reconocidas institucionalmente para la planeación urbana y ordenamiento territorial y ser impulsados por instancias del gobierno federal y aunado a esto existen problemas de fondo que dificultan el diseño adecuado y oportuno de las políticas públicas necesarias para el desarrollo de Tolcayuca, así desde nuestra visión urge renovar las prácticas de planeación.

## Anexo 2. Descripción de los parámetros para el cálculo de índice de riesgo

### 1. AMENAZA

#### 1.1. Riesgos experimentados.

Nombre del Indicador	Ocurrencia	Código	(H1)
<b>Indicador / Pregunta</b>	¿Qué tan seguido se presentó una emergencia con este nivel de riesgo dentro de los últimos 30 años?		
<b>Rangos</b>	0 – 1 veces	Bajo	
	2 – 3 veces	Medio	
	> 3 veces	Alto	
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	Si cierto tipo de emergencia a ocurrido en el pasado, entonces es conocido que existen suficientes condiciones de peligro para causar el evento. A menos que esas condiciones ya no existan o que se hayan reducido substancialmente, una emergencia similar se puede presentar en el futuro.		

#### 1.2. Posibles riesgos

Nombre del Indicador	Probabilidad de riesgo	Código	(H2)
<b>Indicador/ Pregunta</b>	¿Cuál es la probabilidad de los posibles riesgos a la comunidad por el manejo de esta sustancia, si esta no tiene conocimiento de ellos?		
<b>Rangos</b>	Posibilidades al año:		
	Menos de 1 entre 1000	Bajo	
	1 entre 1000 y 1 entre 10	Medio	
	Más grande que 1 entre 10	Alto	
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	Dado que la memoria es limitada y la falta de ocurrencia de un peligro no significa que no se pueda presentar en el futuro (por ejemplo, erupciones volcánicas) las fuentes científicas deben ser usadas para considerar peligros con largos periodos de retorno.		

<b>Nombre del Indicador</b>	Intensidad (del posible riesgo)	<b>Código</b>	<b>(H3)</b>
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Cuál es la intensidad esperada de un posible evento?		
<b>Rangos</b>	¿Cuál es la intensidad esperada del posible evento?		
	Quemaduras leves (Radiación térmica 1.4 kW/m <sup>2</sup> )	Bajo	
	Quemaduras de segundo grado (Radiación térmica 5.0 kW/m <sup>2</sup> )	Medio	
	Potencialmente letal (Radiación térmica 10 kW/m <sup>2</sup> )	Alto	
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	La severidad de los riesgos de incendio y explosión es usualmente medida usando valores de radiación térmica las cuales están establecidas en los parámetros del apartado VI.3 de GUIA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL de la SEMARNAT		

## 2. EXPOSICIÓN

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Distancia a la estación</b>	<b>Código</b>	<b>(E1)</b>
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Qué tan lejos están las viviendas a la estación de carburación de Gas L.P.?		
<b>Rangos</b>	>1000 metros	Bajo	
	100-1000 metros	Medio	
	0-100 metros	Alto	
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	De acuerdo al punto 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de gas L.P., las instalaciones de gas L.P. deben estar al menos a 100 metros de las casas habitación		

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Distancia a vías primarias</b>	<b>Código</b>	<b>(E2)</b>
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Qué tan lejos está la estación de carburación de gas L.P. de vías de comunicación primarias?		
<b>Rangos</b>	>100 metros	Bajo	
	15-100 metros	Medio	
	0-15 metros	Alto	
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	De acuerdo al punto 4.2.1.25.1 de la NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de gas L.P., la instalación de tanques de gas pueden estar al menos a 15 metros de vías de comunicación		

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Edad de las instalaciones</b>	<b>Código</b>	<b>(E3)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Cuánto tiempo tiene de haberse instalado la estación de carburación en ese sitio?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>0-5 años</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>5-10 años</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>&gt; 10 años</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			0-5 años	Bajo	5-10 años	Medio	> 10 años	Alto
0-5 años	Bajo								
5-10 años	Medio								
> 10 años	Alto								
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	De acuerdo al punto 6.1.3.10.4 de la NOM-004-SEDE-2004 aquellas instalaciones que tienen más de 10 años requieren de un dictamen que evalúe los espesores del cuerpo y las cabezas ya que se considera que después de este periodo existe desgaste en los materiales del tanque.								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Población potencialmente afectada</b>	<b>Código</b>	<b>(E4)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Cuál es la cantidad de personas que se verían afectadas por un posible evento de incendio o explosión en la estación de carburación de gas L.P.?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>&lt;500</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>500-1000</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>&gt;1000</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			<500	Bajo	500-1000	Medio	>1000	Alto
<500	Bajo								
500-1000	Medio								
>1000	Alto								
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	No existe una legislación que marque la severidad de un evento natural o tecnológico en función del número de personas afectadas. Se considera que una cantidad superior a las 1000 personas afectadas se considera de alto riesgo de exposición debido a que es difícil poder evacuarlas y poder atenderlas en caso de un siniestro.								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Frecuencia de relleno de cilindros de gas L.P.</b>	<b>Código</b>	<b>(E5)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Con que frecuencia se rellenan los cilindros de gas L.P. en la mayoría de las casas de la comunidad?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>Bimestral</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Mensual</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Semanal</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			Bimestral	Bajo	Mensual	Medio	Semanal	Alto
Bimestral	Bajo								
Mensual	Medio								
Semanal	Alto								
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	Se considera que a más frecuencia de relleno mayor es la exposición de las personas a tener que comprar en esta estación, además de permitir que la demanda se mantenga								

### 3. VULNERABILIDAD

<b>Indicador / Nombre</b>	<b>Material de las viviendas</b>	<b>Código</b>	<b>(V1)</b>						
<b>Indicador /Cuestionamiento</b>	¿De qué material están construidas las viviendas circundantes a la estación de carburación de Gas L.P.?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>Concreto</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Adobe</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>madera o palma</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			Concreto	Bajo	Adobe	Medio	madera o palma	Alto
Concreto	Bajo								
Adobe	Medio								
madera o palma	Alto								
<b>Razonamiento/ Antecedentes</b>	Dependiendo del material con el que están construidas las casas alrededor de la estación, se consideran más vulnerables aquellas que tienen materiales combustibles como lo es la madera y/o palma, mientras que aquellas que son de concreto tendrán menor afectación en caso de un evento de incendio y/o explosión								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Población en edades extremas</b>	<b>Código</b>	<b>(V2)</b>						
<b>Indicador/Cuestionamiento</b>	¿Qué porcentaje de personas en edades extremas (niños o adultos mayores) viven en la zona de riesgo circundante a la estación de carburación?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>&lt; 20 %</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>20 – 50 %</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>&gt; 50 %</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			< 20 %	Bajo	20 – 50 %	Medio	> 50 %	Alto
< 20 %	Bajo								
20 – 50 %	Medio								
> 50 %	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	A falta de una legislación que estandarice el porcentaje de edades extremas a considerar para el cálculo de vulnerabilidad, se considera que un porcentaje por arriba del 50% de población circundante en edades extremas (niños y adultos mayores), es un factor clave para el cálculo de la vulnerabilidad en caso de eventos de incendio o explosión de este material.								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Distancia a servicios de emergencia</b>	<b>Código</b>	<b>(V3)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿A cuántos kilómetros se localiza la unidad hospitalaria que puede atender casos de quemaduras o explosiones?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>0-5 km</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>5-15 km</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>&gt;15 km</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			0-5 km	Bajo	5-15 km	Medio	>15 km	Alto
0-5 km	Bajo								
5-15 km	Medio								
>15 km	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	La falta de legislación acerca de la cercanía a servicios de emergencia para poblaciones aledañas a este tipo de instalaciones, se considera que en poblaciones rurales de fácil acceso como lo es el del caso de estudio una distancia mayor a 15 kilómetros es grande para la atención de quemados y /o heridos en caso de un incendio o explosión de este material.								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Cercanía de áreas de concentración</b>	<b>Código</b>	<b>(V4)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿A qué distancia se localizan áreas de concentración masiva como son escuelas, iglesias o centros deportivos de la estación de carburación de Gas L.P.?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>&gt;1000 metros</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>100-1000 metros</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>0-100 metros</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			>1000 metros	Bajo	100-1000 metros	Medio	0-100 metros	Alto
>1000 metros	Bajo								
100-1000 metros	Medio								
0-100 metros	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	De acuerdo al punto 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de gas L.P, las instalaciones de gas L.P. deben estar al menos a 100 metros de escuelas, hospitales, iglesias y lugares de reunión								



<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Participación comunitaria en simulacros</b>	<b>Código</b>	<b>(V5)</b>
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Cuál es el nivel de participación de la comunidad respecto al apoyo como brigadistas de protección civil para la ejecución de simulacros?		
<b>Rangos</b>	Alta	Bajo	
	Media	Medio	
	Baja o nula	Alto	
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	Se considera que una comunidad que no tiene conocimiento de las acciones de evacuación y atención de emergencias de tipo químico-tecnológico es más vulnerable, por depender exclusivamente de las acciones que tome el gobierno local en caso de ocurrencia de este tipo de accidentes.		

<b>Nombre del indicador</b>	<b>Giro de las unidades económicas</b>	<b>Código</b>	<b>(V6)</b>
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿El empleo para la fuerza de trabajo viene de uno, dos o tres sectores?		
<b>Rangos</b>	Mezcla de 3 sectores	Bajo	
	Mezcla de 2 sectores	Medio	
	Más que el 80% en solo 1 sector (ejemplo: la agricultura)	Alto	
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>El desarrollo económico es probable sea la meta principal de cualquier agencia de planeación gubernamental regional o nacional, sin importar los objetivos de la reducción de riesgo. Algunos aspectos de la planeación económica están dirigidos a la reducción de riesgo. La diversificación de las actividades económicas es un principio económico importante tal como reducir su concentración al planteamiento físico.</p> <p>Una economía de una sola industria (o de un solo cultivo) siempre será más vulnerable que una economía conformada por diferentes actividades. (Bethke, Good, Thompson 1997).</p> <p>Los sectores económicos a ser considerados son: (1) agricultura, (2) turismo, (3) industria, (4) fuentes naturales, y (5) turismo.</p>		

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Pequeños negocios</b>	<b>Código</b>	<b>(V7)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	Porcentaje de negocios con menos de 20 empleados								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>&gt; 50%</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>50 – 80%</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>&gt; 80%</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			> 50%	Bajo	50 – 80%	Medio	> 80%	Alto
> 50%	Bajo								
50 – 80%	Medio								
> 80%	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>Estudios recientes indican que los pequeños negocios (con menos de 20 empleados) son particularmente vulnerables a los impactos del desastre y a sus pérdidas, porque cuentan con niveles relativamente bajos de preparación a los desastres y poca capacidad relativa para su recuperación (Davidson and Lambert 2001).</p> <p>La vulnerabilidad de las actividades económicas, por lo tanto, están representadas por “el porcentaje de negocios con poco menos de 20 empleados</p>								

#### 4. CAPACIDAD

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Plan de Protección Civil</b>	<b>Código</b>	<b>(C1)</b>
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿El municipio cuenta con un Plan de Protección Civil?		
<b>Rangos</b>	No	Bajo	
	Si	Alto	
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	El artículo 23 de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo obliga a la existencia de un Programa Municipal de Protección Civil		

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Comité Municipal de Protección Civil</b>	<b>Código</b>	<b>(C2)</b>
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Cada cuánto se reúne el Comité Municipal para atender las necesidades de Protección Civil?		
<b>Rangos</b>	Cada tres años (periodo de mandato municipal)	Bajo	
	Anualmente	Medio	
	Semestralmente	Alto	
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>Los artículos 24 y 25 de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo mencionan:  El Consejo Municipal de Protección Civil, es un órgano de coordinación y prevención de riesgos entre los sectores público, social y privado, estableciendo las bases para la atención de siniestros o desastres, provocados por la ocurrencia de algún agente perturbador y efectuar las acciones necesarias para el restablecimiento de la normalidad. Debe establecer acciones coordinadas con los respectivos sistemas de protección civil de los Municipios colindantes, con el Sistema Estatal y con los sectores público, social y privado, para prevenir y atender integralmente los desastres ocasionados por la ocurrencia de algún agente perturbador.</p> <p>Por lo tanto se considera que entre más frecuencia de reunión de dicho consejo, mayor capacidad tendrá este para afrontar un evento como el aquí modelado. Además se menciona en el Artículo 28 Fracción VI que este Consejo deberá reunirse al menos dos veces al año</p>		

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Infraestructura para la atención de emergencias</b>	<b>Código</b>	<b>(C3)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Existe infraestructura como vehículos, ambulancias, equipos de bomberos, etc., para la atención de emergencias a nivel municipal?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>No se cuenta con equipo o</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Equipo escaso</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Equipo adecuado y completo</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			No se cuenta con equipo o	Bajo	Equipo escaso	Medio	Equipo adecuado y completo	Alto
No se cuenta con equipo o	Bajo								
Equipo escaso	Medio								
Equipo adecuado y completo	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>Artículo 16 Fracción XIV.- La Unidad Estatal de Protección civil debe Elaborar y supervisar los inventarios de recursos humanos y materiales, disponibles en caso de emergencia, así como mapas de riesgos y archivos históricos sobre desastres ocurridos en la Entidad;</p> <p>El Artículo 38 Fracción II de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo menciona que el municipio debe determinar y administrar los recursos y acciones para la atención integral de riesgos.</p>								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Simulacros de emergencia</b>	<b>Código</b>	<b>(C4)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Cada cuando se realizan simulacros que tengan como escenario incendio o explosión de tanques de almacenamiento de gas L.P.?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>Una vez cada dos años</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>una vez al año</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>dos veces al año</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			Una vez cada dos años	Bajo	una vez al año	Medio	dos veces al año	Alto
Una vez cada dos años	Bajo								
una vez al año	Medio								
dos veces al año	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>El Artículo 35 Fracción IX de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo menciona que se deben promover cursos y simulacros, que permitan la capacidad de respuesta, de los participantes en el Sistema Municipal de Protección Civil</p> <p>Además la NOM-002-STPS-2010 menciona en el punto 5.7 que aquellas instalaciones que sean de riesgo de incendio alto deberá hacer dos simulacros de emergencias de incendio al año</p>								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Brigadas de emergencia local</b>	<b>Código</b>	<b>(C5)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿El municipio cuenta con brigadas de emergencia?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>No se cuenta</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Pocos miembros</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Muchos miembros</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			No se cuenta	Bajo	Pocos miembros	Medio	Muchos miembros	Alto
No se cuenta	Bajo								
Pocos miembros	Medio								
Muchos miembros	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>El Artículo 35 Fracción VIII de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo menciona que la Unidad Municipal de Protección Civil debe Coordinar la red Municipal de brigadistas, grupos voluntarios y conformación unidades internas de protección civil;</p> <p>Además el Artículo 44 de dicha ley menciona que La sub secretaría coordinará el funcionamiento de la red estatal de brigadistas. Para tal efecto, las unidades Estatal y Municipal de protección civil, deberán promover en el marco de sus competencias, la capacitación, organización y preparación de las personas que deseen constituirse en brigadistas Estatales y Municipales y realizar los trámites de registro en la red Estatal de brigadistas.</p>								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Capacitación de personal de atención a emergencia</b>	<b>Código:</b>	<b>C6</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Las brigadas de emergencia cuentan con la capacitación adecuada para atención de incendios y/o explosiones?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>Mínima</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Adecuada</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Superior a la esperada</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			Mínima	Bajo	Adecuada	Medio	Superior a la esperada	Alto
Mínima	Bajo								
Adecuada	Medio								
Superior a la esperada	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>El Artículo 57 de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo menciona que la profesionalización de los integrantes de las Unidades Estatal y Municipales de Protección Civil será permanente y tendrá por objeto lograr una mejor y más eficaz prestación del servicio, así como el desarrollo integral de sus elementos mediante la institucionalización de un servicio civil de carrera.</p>								
<b>Validez/ Limitaciones</b>									

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Gestión del riesgo</b>	<b>Código</b>	<b>(C7)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Qué actividades realiza el municipio para la adecuada gestión de riesgos químico tecnológicos?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>Revisión física de instalaciones</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Aprobación de Planes de Protección Civil</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Aprobación y vigilancia de cumplimiento a lineamiento de Protección Civil</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			Revisión física de instalaciones	Bajo	Aprobación de Planes de Protección Civil	Medio	Aprobación y vigilancia de cumplimiento a lineamiento de Protección Civil	Alto
Revisión física de instalaciones	Bajo								
Aprobación de Planes de Protección Civil	Medio								
Aprobación y vigilancia de cumplimiento a lineamiento de Protección Civil	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>El Art 8 Fracción V de la Ley de Protección Civil de Hidalgo menciona que se deben vigilar mediante las Dependencias y Entidades competentes y conforme a las disposiciones legales aplicables, que no se autorice la construcción de centros de población en zonas de riesgo y, de ser el caso, se notifique a las autoridades competentes para que procedan a su desalojo, así como al deslinde de las responsabilidades en las que incurren por la omisión y complicidad ante dichas irregularidades.</p> <p>Además el artículo 33 menciona que la Unidad Municipal de Protección Civil, es un órgano dependiente de la Administración Pública Municipal, que tiene a su cargo la atención de emergencias como primera respuesta; así como la elaboración, ejecución y seguimiento de los programas en ésta materia, coordinando sus acciones con el H. Cuerpo de Bomberos, red de brigadistas Municipales, grupos voluntarios y los sectores público, social y privado</p>								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Atlas de riesgo</b>	<b>Código</b>	<b>(C8)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Se cuenta con un atlas de riesgo que determine los riesgos químico tecnológicos en el sitio?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>a nivel nacional</td> <td>Poco</td> </tr> <tr> <td>a nivel estatal</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>a nivel municipal</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			a nivel nacional	Poco	a nivel estatal	Medio	a nivel municipal	Alto
a nivel nacional	Poco								
a nivel estatal	Medio								
a nivel municipal	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>El Artículo 23 de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo menciona que el Sistema Municipal de Protección Civil, para su adecuado funcionamiento contará con: un Programa Municipal de Protección Civil, atlas Municipal de riesgos, inventarios, directorios de recursos materiales y humanos del Municipio correspondiente.</p> <p>Además el Artículo 35 menciona que La Unidad Municipal de Protección Civil, tendrá las siguientes atribuciones:</p> <p>I.- Identificar los riesgos, la vulnerabilidad y el grado de resiliencia propios de cada municipio así como ser el primer nivel de respuesta para la atención de todo tipo de emergencias que se susciten dentro del Municipio;</p> <p>II.- Elaborar programas Municipales, ordinarios y especiales de protección civil y su correspondiente atlas Municipal de riesgos;</p>								

<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Planes de emergencia</b>	<b>Código</b>	<b>(C9)</b>						
<b>Indicador / Cuestionamiento</b>	¿Cuál es la eficiencia del plan de emergencia a nivel municipal respecto a la atención de riesgos químico tecnológicos?								
<b>Rangos</b>	<table border="1"> <tr> <td>Ineficiente</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Eficiente</td> <td>Alto</td> </tr> </table>			Ineficiente	Bajo	Normal	Medio	Eficiente	Alto
Ineficiente	Bajo								
Normal	Medio								
Eficiente	Alto								
<b>Razonamiento / Antecedentes</b>	<p>El Artículo 12 Fracción IV de la Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo menciona que el Consejo Estatal de Protección Civil debe proporcionar a la población en general, la información pública y oportuna que se genere en materia de protección civil, relacionada con la auto-protección y el auto-cuidado, ante la eventualidad de la ocurrencia de un desastre; Además se menciona en el Art 16 Fracción XX que la Unidad Estatal Fomentar la cultura en materia de protección civil para la prevención y atención de riesgos, a través de la realización de eventos y campañas de difusión en los diferentes medios de comunicación social; Y por último el artículo 48 menciona que las autoridades Estatales y Municipales, fomentarán la cultura en materia de protección civil entre la población, mediante su participación individual y colectiva.</p>								

### **Anexo 3. Entrevista al personal de Protección Civil de Tolcayuca y lista de preguntas en entrevista estructurada**

1. ¿El municipio cuenta con una Unidad de Protección Civil?

Si, dentro del municipio se cuenta con personal capacitado para las tareas de Protección Civil.

2. ¿Cómo está conformada esta Unidad?

Se conforma por 10 elementos, divididos en dos turnos de 24 x 24 abarcando los 365 días del año. Se intentó hacer una Brigada con personas de la comunidad de Santiago Tlajomulco pero no se concretó.

3. ¿Se cuenta con un Comité Municipal de Protección Civil? ¿Cómo funciona?

Como tal no existe un comité

4. ¿Qué infraestructura existe en los casos de eventos de incendio o explosión en aquellas instalaciones que manejan gas L.P.?

Se cuenta con dos unidades de ambulancia y una unidad de servicios múltiples equipadas con palas y mochilas aspersoras para incendios en pastizales y kit para fugas de materiales químicos sobre todo para accidentes carreteros.

5. ¿Se efectúan simulacros de emergencia para la evacuación de la población en caso de incendio o explosión de instalaciones de gas L.P.?

Sólo se han realizado simulacros de evacuación en caso de sismo y/o incendio a solicitud en las escuelas de nivel medio superior y superior del municipio (COBAEH y la UPMH). En estos simulacros se hace la evaluación del personal de Protección Civil para las posibles mejoras.

No se han realizado simulacros en instituciones de educación básica ni con la población. La gente es renuente a hacerlos y por ley no se puede obligar a las escuelas y comercios a realizarlos.

6. ¿Se le comunica a las personas sobre los riesgos que involucran el manejo de estas sustancias?

Se ha tratado de incorporar a la población dentro de las brigadas de protección civil para una mejor comunicación, pero no hay continuidad ya sea por desidia o falta de tiempo. En general a la población no le interesa este tipo de temas sobre riesgos químicos ya que no creen que se den en este lugar. Dentro de nuestra agenda tenemos considerado el hacer cursos o pláticas en escuelas primarias y secundarias sobre los riesgos a los que están expuestas las personas, para que los niños y jóvenes sean quienes puedan comunicar a sus familias esta información y sean más conscientes del riesgo. Y es que la mayoría de las personas cuando se les pregunta o



se les invita a participar mencionan que no tienen tiempo o ponen muchos pretextos para no acudir.

7. ¿Se cuenta con brigadas de emergencia municipal capacitadas para atender este tipo de emergencias?

El personal municipal perteneciente a Protección Civil cuenta con capacitación en evacuación, búsqueda y rescate y primeros auxilios. Esta capacitación se da de forma particular en el campo de la Posta en Tizayuca. También se cuenta con capacitación en estructuras colapsadas, manejo de materiales peligrosos y técnicas de extracción vehicular. El personal cuenta con la certificación como Técnico en Emergencias Médicas Pre-Hospitalarias.

8. ¿Se cuenta con algún apoyo por parte del gobierno para personas que sean afectadas por este tipo de eventos?

No contamos con ningún apoyo económico por parte del Gobierno Federal y Estatal específico para la capacitación y equipamiento del personal de Protección Civil.

9. ¿Cuál es el procedimiento en caso de que se genere un evento de incendio o explosión en este tipo de instalaciones?

Los establecimientos por Ley deben de contar con un Programa Interno de Protección Civil, en el cual se establece como deben atender una emergencia y la conformación de sus brigadas. En caso de que estas se vean rebasadas se les pide hablen a los números de emergencia. Cuando se recibe una llamada del 911 o del 080 seguridad pública municipal nos avisa y acudimos al lugar siniestrado para el desalojo de personas y delimitación del lugar. Nosotros no contamos con el equipo suficiente para atender este tipo de eventos por lo que se cuenta con un convenio de ayuda con los municipios de Tizayuca, Zapotlán y Tezontepec. Estos tardan en llegar al lugar entre 20 y 30 minutos. Sólo Tizayuca cuenta con estación de bomberos.

10. ¿La infraestructura hospitalaria es adecuada para la atención de personas quemadas y/o heridas por este tipo de eventos?

Dentro del municipio sólo se cuenta con clínicas de salud que atienden heridas menores. En caso de un evento de incendio, las personas heridas se llevan al Hospital General de Pachuca que se encuentra a unos 40 minutos, o si no es muy grave a la Clínica 33 de Tizayuca que está a unos 20 minutos. Para garantizar el traslado rápido a Pachuca se utiliza la comunicación con el C-4 para que la Policía permita el paso de la ambulancia a través de la ruta más rápida al hospital. Aquí en el municipio se cuenta con 2 clínicas privadas pero sólo atienden lesiones menores.

11. ¿Se tienen ubicadas las unidades hospitalarias más cercanas dentro del municipio o municipios aledaños a Tizayuca?

Si dentro de nuestro programa de Protección Civil se cuenta con planos de las rutas más adecuadas para llegar tanto al Hospital General de Pachuca como a la Clínica de Tizayuca. En cualquiera de los dos tienen que atender a las personas si las heridas son graves.

12. ¿Se cuenta con el equipo necesario para que Protección Civil atienda este tipo de eventos?

Como le comentaba sólo contamos con 10 personas para atender cualquiera de estos eventos. En Los Ángeles sólo se tiene 2 personas. En promedio se atienden 5 casos diarios ya sea por quema de pastizales, fugas menores de gas en casa o por presencia de animales ponzoñosos.

13. ¿Se cuenta con algún programa de vigilancia para la regulación de este tipo de instalaciones?

Nosotros no tenemos la atribución para aprobar o rechazar el Programa Interno de Protección Civil de cada instalación. Eso lo realiza la Subsecretaría de Protección Civil y Riesgos de Hidalgo la cual se encuentra en Pachuca.

14. ¿Se cuenta con algún atlas municipal o regional de riesgo?

Se cuenta con un atlas nacional de riesgos y uno a nivel estatal, pero a nivel municipal no. Sólo cuentan con estos documentos 17 de los 83 municipios del estado por falta de presupuesto. Nuestro municipio es considerado de bajo riesgo por eso no se cuenta con él. No hay mucha comunicación con el Estado ni con instituciones federales que puedan apoyarnos con este tipo de documentos. La mayoría de los Atlas de riesgos municipales no están actualizados ya que la SEDATU es la que otorgaba el subsidio para su realización y revisión. Para nosotros es preocupante ya que con el Arco Norte aumenta el riesgo por el transporte de materiales peligrosos.

15. ¿Se cuenta con algún plan de atención a emergencias a nivel municipal?

Si, en este documento están asentados los procedimientos para la prevención y gestión de riesgos dentro del municipio y en coordinación con los municipios de Tizayuca y Zapotlán. Actualmente se cuenta con un Plan de Continuidad de Operaciones en el cual el Gobierno Federal pretende otorgar más recursos para las unidades de protección civil a nivel municipal con un enfoque de Gestión Integral de Riesgos para prevenir este tipo de eventos.

16. ¿De qué forma se alerta a la población en caso de que se presente alguno de estos eventos?

Una vez que se confirma el evento, nuestro personal realiza la evacuación de la población y la delimitación del sitio para evitar más accidentados. En caso de un evento que involucre afectación a muchas personas, es la Subsecretaría de

Protección Civil Estatal quien comunica a la SEDENA para utilizar los recursos del Plan DN-III.

17. ¿Se requiere de algún permiso especial en el municipio para la instalación de este tipo de establecimientos?

Protección Civil Estatal es quien aprueba los Programas de los Establecimientos, sobre todo aquellos que se consideran de Alto Riesgo como son cartoneras, gasolineras y gaseras. Nosotros sólo hacemos una revisión física de las instalaciones, así como el apoyo para capacitación y simulacros internos y damos un visto bueno a través de una visita de verificación, el cual es necesario para otros trámites como la licencia de uso de suelo.

#### *Entrevista estructurada*

*Nombre:* \_\_\_\_\_

*Edad:* \_\_\_\_\_

*Cercanía a la estación de carburación* \_\_\_\_\_

*El objetivo de esta encuesta es el obtener una percepción acerca de la instalación de la estación de carburación en su localidad*

1. *¿Conoce usted la estación de gas L.P. que está instalada en la calle Francisco Mina?*
2. *¿Rellena usted su cilindro de gas ahí?*
3. *¿Qué tan frecuentemente cambia su cilindro de gas?*
4. *¿Prefiere usted ir a rellenar su cilindro o comprarlo a las personas que vienen de gaseras?*
5. *En caso de que usted lo compre, ¿usted lo instala?*
6. *¿Con que material está hecha su casa?*
7. *¿Cuántas personas en edades vulnerables (ya sea niños o adultos mayores) viven en su hogar?*
8. *¿Cuál es su principal actividad económica?*
9. *¿Tiene usted y su familia acceso a servicios de salud?*
10. *¿Cuenta usted con vehículo?*
11. *¿Conoce los riesgos de manejar sustancias inflamables como es el caso del gas L.P.?*
12. *¿Alguna persona del municipio o gobierno le han comunicado los riesgos por el almacenamiento de gas L.P.?*
13. *¿Tiene algún familiar que trabaje en este tipo de instalaciones?*
14. *¿Se han realizado simulacros de evacuación en caso de algún evento?*
15. *¿Sabe de algún accidente que involucre este tipo de sustancias en su comunidad?*
16. *¿Está usted de acuerdo con la instalación de estos tanques?*
17. *¿Cuenta con algún seguro en caso de siniestro?*