



TOMO IV

FENÓMENOS QUÍMICO TECNOLÓGICOS

Índice

IV. Fenómenos Químico tecnológicos	4
IV.1 Almacenamiento de sustancias peligrosas.....	4
IV.1.1 Cálculo de peligro de almacenamiento de Gas L.P. y Diésel.....	4
IV.1.2 Riesgos por almacenamiento de sustancias peligrosos	22
IV.2 Transporte de sustancias peligrosas.....	32
IV.3 Incendios forestales	37
Literatura citada.....	49

Índice de Mapas

Mapa 1. Actividades comerciales que utilizan y/o almacenan sustancias.....	5
Mapa 2. Ubicación de las actividades de extracción	6
Mapa 3. Ubicación de las industrias	7
Mapa 4. Ubicación de las estaciones de gasolina y diésel.....	8
Mapa 5. Ubicación de las actividades que utilizan sustancias peligrosas	10
Mapa 6. Modelo de peligro por fuga de cloro	14
Mapa 7. Modelo de peligro por fuga de amoniaco.....	16
Mapa 8. Modelo de peligro por explosión de Gas L.P.	18
Mapa 9. Identificación de peligro por almacenamiento y uso de diésel y gasolina	19
Mapa 10. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en Mezcales	23
Mapa 11. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en El Porvenir	24
Mapa 12. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en San José del Valle	25
Mapa 13. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en San Juan de Abajo.....	25
Mapa 14. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Colonia El Mirador, SJA 26	
Mapa 15. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en San Vicente – San Clemente de Lima.....	26
Mapa 16. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Valle de Banderas.....	27
Mapa 17. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Mezcalitos	27
Mapa 18. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en La Jarretadera	28
Mapa 19. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Bucerías – Flamingos	28
Mapa 20. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en La Cruz de Huanacastle - Bucerías	29
Mapa 21. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Carretera La Cruz de Huanacastle	29
Mapa 22. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en La Cruz de Huanacastle – Punta de Mita.....	30
Mapa 23. Peligro por transporte de hidrocarburos en el municipio	34
Mapa 24. Viviendas a evacuar.....	35
Mapa 24. Registro de incendios forestales (2010-2018)	39

Mapa 25. Factor antropogénico para el riesgo de incendios	44
Mapa 26. Peligro por incendios forestales en el municipio.....	46
Mapa 27. Puntos de calor periodo 2012-2018.....	47

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Actividades consideradas peligrosas en el municipio.....	4
Cuadro 2. Identificación de las actividades	8
Cuadro 3. Ficha técnica del modelado de peligro por fuga de cloro	13
Cuadro 4. Ficha técnica del modelado de peligro por fuga de amoniaco.....	14
Cuadro 5. Estación de Gas L.P., San Clemente de Lima	17
Cuadro 6. Distancias mínimas entre gasolineras	20
Cuadro 7. Gasolineras en el municipio de Bahía de Banderas	20
Cuadro 8. Clasificación de sustancias peligrosas	32
Cuadro 9. Cantidad de viviendas en un radio de 800m de las rutas de transporte de gasolina	35
Cuadro 10. Coberturas y uso del suelo en el municipio	38
Cuadro 11. Distancia ponderada de vías de comunicación	43
Cuadro 12. Distancia ponderada a localidades	43

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Puntos de calor detectados para el municipio.....	47
Gráfica 2. Validación del modelo de riesgos de incendios.....	48

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Condiciones que influyen sobre la incidencia de incendios forestales.....	37
Ilustración 2. Diagrama de modelado para FPI	40
Ilustración 3. Grado de riesgos de incendios en el municipio	45

IV. Fenómenos Químico tecnológicos

IV.1 Almacenamiento de sustancias peligrosas

La evaluación de los peligros químicos es compleja, ya que los agentes químicos se encuentran presentes en una amplia variedad de actividades, tanto en el sector social como económico, además, cada uno de ellos tienen propiedades diferentes que conllevan distintos tipos de peligros.

En la actualidad, existen diversas guías, normas y métodos, para llevar a cabo una adecuada evaluación del riesgo químico, sin embargo, a fin de unificar y sistematizar la información en el municipio, se aborda el tema tomando como base los criterios para el adecuado uso y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas determinadas por CENAPRED (Arcos & Treviño, 2003).

Cabe destacar que, a la fecha el Atlas Municipal de Riesgos de Bahía de Banderas, solo incluye los Riesgos Naturales, por lo que, se considera importante contemplar en este instrumento, el análisis de Riesgos Químicos, dado que la identificación, evaluación y jerarquización de los objetos de riesgo, harán más visibles los peligros y así, más efectiva la protección a las personas, los bienes y al medio ambiente.

Los accidentes en el almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas en los equipos, errores humanos, pérdida de servicios, fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etcétera.), desviaciones en los parámetros del proceso y causas premeditadas.

En este instrumento se abordan los existentes que pueden ser ocasionados por el uso y almacenamiento de sustancias químicas, se realizan modelaciones y señalamientos del nivel de peligro conforme el volumen de sustancias que se le da en los distintos establecimientos.

IV.1.1 Cálculo de peligro de almacenamiento de Gas L.P. y Diésel

Existe una serie de actividades comerciales e industriales que implican un peligro y riesgo hacia la población y al medio ambiente. Es importante enfatizar que toda actividad genera riesgo a nivel doméstico o comercial. El municipio cuenta con 53 actividades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Actividades consideradas peligrosas en el municipio

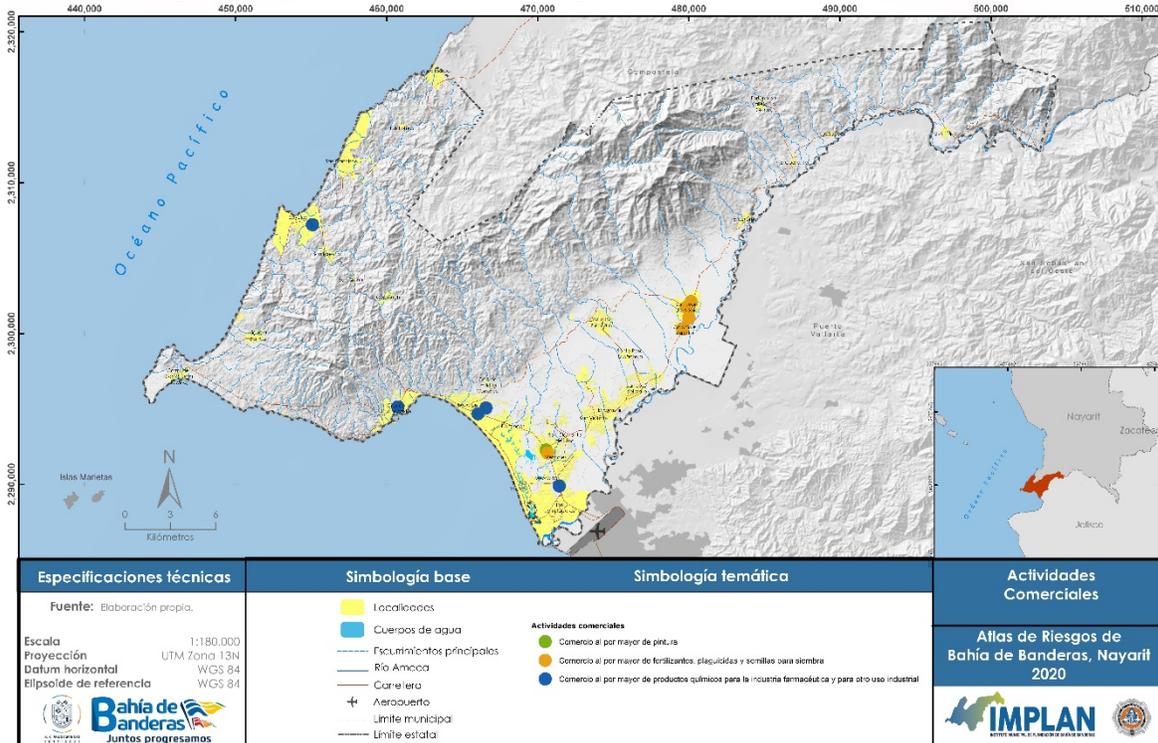
Nombre de la actividad	Número de establecimientos
Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	7
Comercio al por mayor de pintura	1
Comercio al por mayor de productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	5
Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios, así como, estaciones de carburación	2
Comercio al por menor de gasolina y diésel y otros combustibles	28
Elaboración de bebidas destiladas de agave y otras bebidas destiladas	2
Elaboración de hielo	2

Elaboración de otras bebidas destiladas	1
Fabricación de jabones, limpiadores y dentífricos	1
Fabricación de pinturas y recubrimientos	1
Fabricación de velas y veladoras	1
Minerías de arena y grava para la construcción y otras piedras dimensionadas	2

Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED (2006) y DENUE (2018).

Las actividades comerciales peligrosas por el uso y almacenamiento de sustancias son la venta de fertilizantes, plaguicidas, pinturas, y productos químicos para la industria farmacéutica y otro uso industrial, en este último corresponde a la venta de químicos para albercas, los cuales principalmente se encuentran ubicadas en Mezcales, Bucerías, La Cruz de Huanacastle y Sayulita. En el caso de la venta de fertilizantes, seis de los siete establecimientos, con los que cuenta el municipio, se localizan en San Juan de Abajo (Mapa 1).

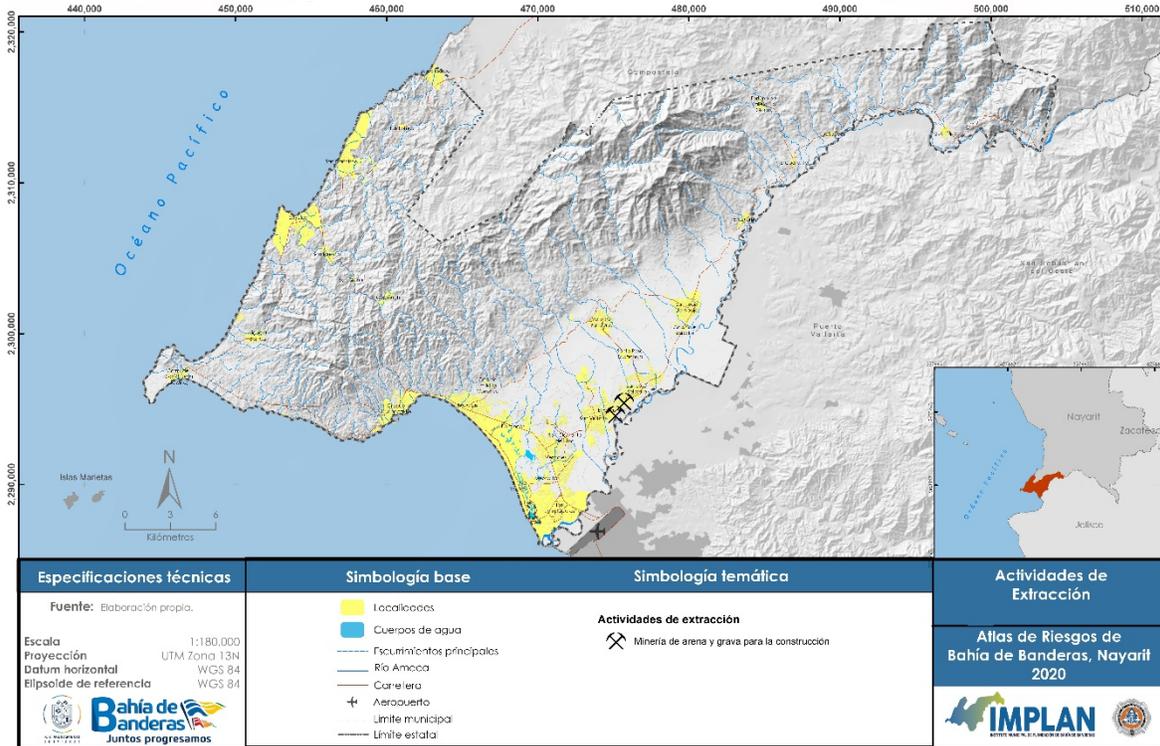
Mapa 1. Actividades comerciales que utilizan y/o almacenan sustancias



Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED (2006) y DENUE (2018)

En el Mapa 2 se muestran las actividades de extracción de materiales pétreos, con las que cuenta el municipio; se encuentran en San José del Valle y El Porvenir. Los peligros generados por estas actividades dependen del tipo de explotación, tecnología aplicada, así como los productos químicos utilizados.

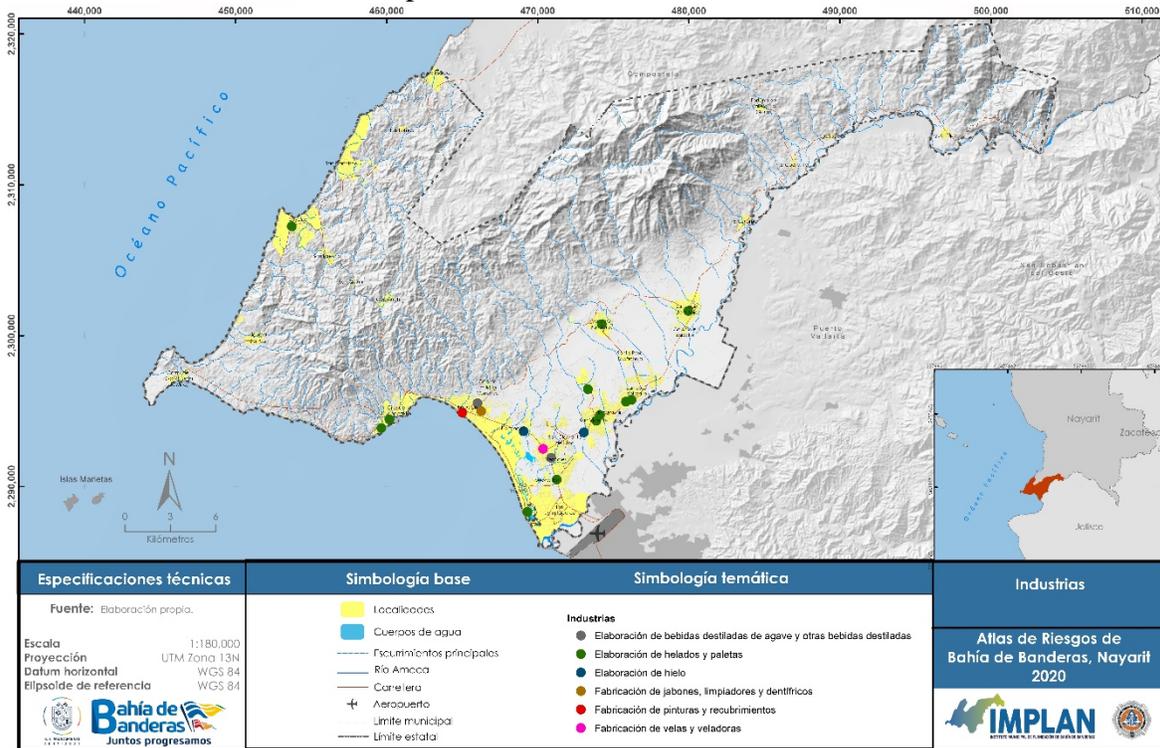
Mapa 2. Ubicación de las actividades de extracción



Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED (2006) y DENUE (2018)

En el Mapa 3 se muestran las actividades industriales que corresponden a la elaboración de bebidas destiladas de agave, fabricación de jabones, limpiadores, velas, veladoras, pinturas y recubrimientos. La concentración de estas industrias se localiza en Bucerías, San Vicente y El Porvenir.

Mapa 3. Ubicación de las industrias

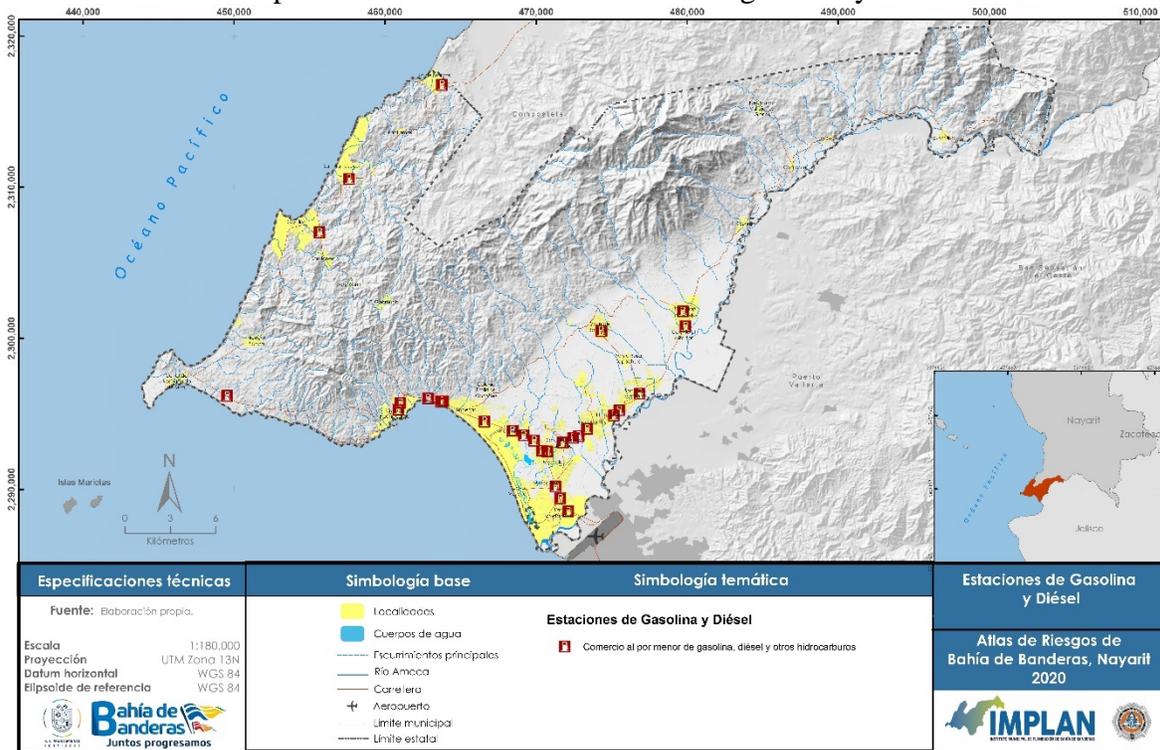


Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED (2006) y DENUE (2018)

Unas de las actividades principales, son las estaciones de servicio de Gasolina y Diésel, de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), se encuentran 28 establecimientos en el municipio. En él, se muestra la ubicación de cada una de ellas. Si bien, están regidos por las normas NOM-EM-001-ASEA-2015 y NOM-005-ASEA-2016, que establecen el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las estaciones de servicio y almacenamiento, se debe tener en cuenta Los elementos expuestos que pueden verse afectados, ya sea en personas, infraestructura y/o equipamiento (Mapa 4).

En el caso de las estaciones de Gas L.P. se encuentran dos; la de mayor tamaño y cantidad de sustancia almacenada se encuentra en San Clemente de Lima, mientras que la segunda se encuentra en San José del Valle, sin embargo, para esta última no se cuenta con la información necesaria para hacer el modelo de las zonas de riesgo, que se analizarán más adelante.

Mapa 4. Ubicación de las estaciones de gasolina y diésel



Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED (2006) y DENUE (2018)

Las actividades clasificadas en la categoría de comercios, industrias, y de extracción, por la cantidad de almacenamiento y uso de sustancias peligrosas, la definición de la zona de amortiguamiento de acuerdo con CENAPRED, corresponde a un radio de 25 m, en él, se encuentran ubicadas conforme a la actividad que realizan, así como el código de identificación, que se podrá consultar en el Cuadro 2 y Mapa 5.

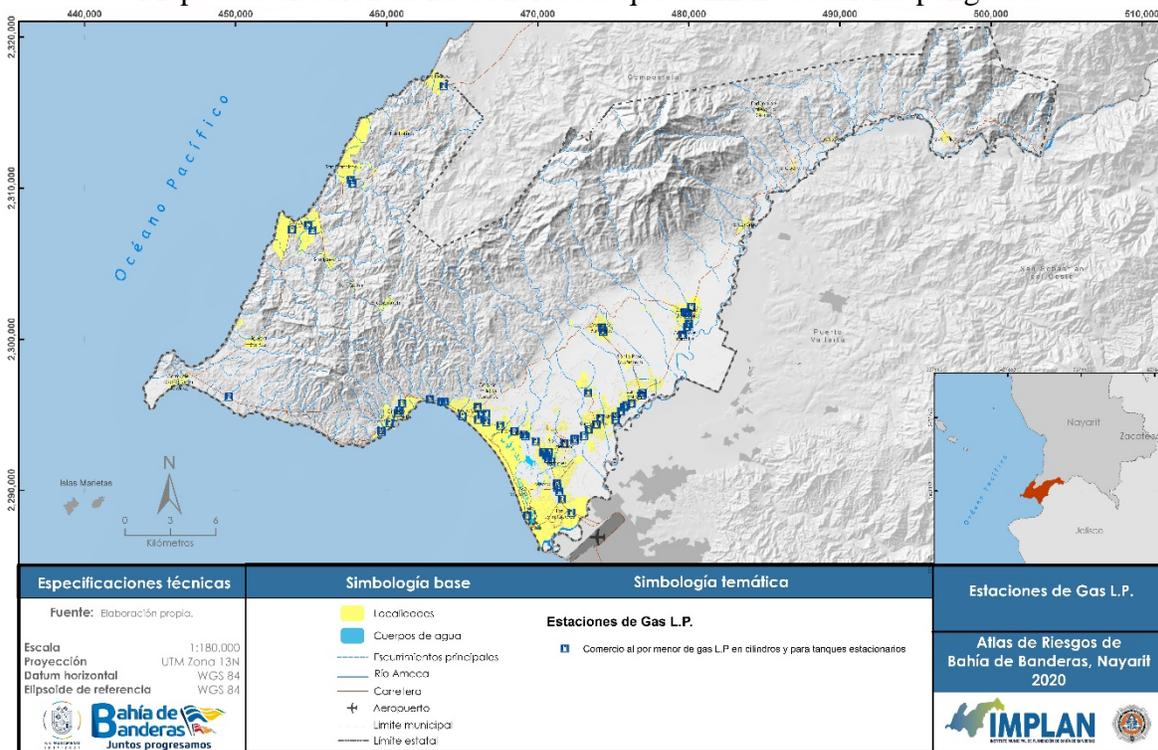
Cuadro 2. Identificación de las actividades

ID	Nombre de la actividad	Dirección	Localidad
2913664	Elaboración de helados y paletas	Av. Valle de México	Mezcales
6443725	Comercio al por mayor de productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	Carr. A Punta de Mita	Cruz de Huanacastle
2911558	Elaboración de helados y paletas	Calle Alcatraz	Cruz de Huanacastle
6756472	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	Carr. San José - San Juan	San Juan de Abajo
2880118	Elaboración de bebidas destiladas de agave	Calle Puesta del sol	Mezcales
2914235	Elaboración de helados y paletas	Calle Ballena	San Vicente
6480146	Elaboración de hielo	Carr. Federal N°200	Tondoroque
2880956	Elaboración de helados y paletas	Av. Lázaro Cárdenas	San Juan de Abajo
2880385	Elaboración de helados y paletas	Calle México	Valle de Banderas
6363753	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	Calle 20 de noviembre	San Juan de Abajo
2876762	Comercio al por mayor de pintura	Av. Tepic	Mezcales

2913516	Fabricación de velas y veladoras	Calle Prisciliano Sánchez	Mezcales
2911758	Fabricación de pinturas y recubrimientos	Av. Lázaro Cárdenas	Bucerías
6808634	Elaboración de otras bebidas destiladas	Av. Estaciones	Bucerías
2879592	Elaboración de helados y paletas	Calle Michoacán	San José del Valle
2876783	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	Av. Tepic	Mezcales
6187601	Minería de arena y grava para la construcción	Calle Michoacán	San José del Valle
6345969	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	Carr. San José -San Juan	San Juan de Abajo
2911347	Elaboración de helados y paletas	Privada Guanábanas	Sayulita
6363608	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	Calle 20 de noviembre	San Juan de Abajo
2878448	Elaboración de helados y paletas	Av. Lázaro Cárdenas	San Vicente
6364209	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	Av. Lázaro Cárdenas	San Juan de Abajo
2911371	Comercio al por mayor de productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	Carr. Federal N°200	Sayulita
2913686	Comercio al por mayor de productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	Av. Tepic	Mezcales
2876197	Elaboración de helados y paletas	Calle Camarón	Cruz de Huanacastle
6187605	Minería de arena y grava para la construcción	Calle 25 de diciembre	El Porvenir
2880534	Elaboración de helados y paletas	Calle Paseo de cocoteros	Nuevo Vallarta
2879692	Elaboración de helados y paletas	Calle Michoacán	San José del Valle
2912525	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	Calle 5 de mayo	San Juan de Abajo
2912936	Elaboración de helados y paletas	Calle Misión de Santa Bárbara	San Vicente
6718471	Comercio al por mayor de productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	Av. Héroe de Nazacori	Bucerías
2911916	Comercio al por mayor de productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	Calle Isla Magdalena	Bucerías
6352621	Fabricación de jabones, limpiadores y dentífricos	Calle Del canal	Bucerías
6730222	Elaboración de hielo	Carr. Federal N°200	Las Mesas

Fuente: Elaboración propia con base en DENU (2018).

Mapa 5. Ubicación de las actividades que utilizan sustancias peligrosas



Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRED (2006) y DENUE (2018)

Las actividades industriales, comerciales y de servicio, involucran la producción, almacenamiento y transporte de sustancias y/o materiales peligrosos, para lo cual, es importante conocer las propiedades y características de las sustancias para prevenir o mitigar su impacto.

A partir del informe técnico “Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México, 2013” publicado por CENAPRED, conforme al grado de peligrosidad, por poseer características de toxicidad, explosividad e inflamabilidad, se identificaron 14 sustancias peligrosas, entre las cuales están:

1. Gas L.P;
2. Amoniaco;
3. Ácido sulfúrico;
4. Cloro;
5. Hexano;
6. Gasolina;
7. Nitrógeno;
8. Acetona;
9. Alcohol metílico;
10. Alcohol propílico e isopropílico;
11. Propano;

12. Acetato de etílico;
13. Óxido de etileno; y
14. Ácido fluorhídrico.

Los mayores accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas, se presentan con poca frecuencia, sin embargo, el costo social, ambiental y económico es elevado. En caso de accidente, entre los efectos negativos que se pudieran presentar, se encuentran (CENAPRED, 2014):

- Afectaciones a la salud de la población a corto, mediano y largo plazo, produciendo efectos agudos, como: irritación de ojos, piel, tracto respiratorio, náusea, vómito, daño renal, hepático, gastrointestinal, respiratorio o neurológico.
- Al ambiente; ya que se puede contaminar el agua superficial y subterránea, el suelo, el aire, presentarse daño o muerte de plantas, animales y microorganismos, también puede haber contaminación de cultivos.
- La economía local, ya que puede haber suspensión de la actividad productiva de la instalación afectada, importantes pérdidas materiales de la industria en equipos, construcciones, etc., pérdida de empleos directos e indirectos, gastos por reconstrucción de viviendas y servicios públicos en caso de haber sufrido daños y para el auxilio de la población afectada.

En atención a los criterios de la guía práctica sobre riesgos químicos de la Comisión Nacional de Prevención de Desastres (2014), se identificaron con apoyo del DENUE y con la información proporcionada de la Dirección de Padrón y Licencias del Municipio de Bahía de Banderas, las empresas y/o establecimientos que utilizan, almacenan, manejan o trasladan, productos químicos o alguna de las 14 sustancias que se consideran peligrosas anteriormente señaladas.

Entre estas sustancias se encuentran, las actividades comerciales, de servicios, educativas, entre otras, sin embargo, no son consideradas altamente peligrosas por la cantidad reducida de sustancias que utilizan durante la producción, procesamiento o almacenamiento, como lo es el caso de los supermercados, comercios, tortillerías, restaurantes y/o tlapalerías.

Basados en estas actividades marcadas, se modeló el área afectada a partir de la fuga o explosión de las siguientes sustancias:

1. Cloro (fuga)
2. Amoniaco (fuga)
3. Gas L.P (explosión)

Metodología

Para lo anterior, se empleó el *software Aloha* versión 5.4.7, el cual está diseñado para el modelado de peligros químicos, para generar zonas de afectación como consecuencia de una nube tóxica, incendio o explosión. Se emplean dos modelos de dispersión; el modelo Gaussiano para gases ligeros y Delgados para gases densos.

Cabe resaltar que, en la aplicación de los modelos, un factor importante son las condiciones meteorológicas, como es la dirección, la velocidad del viento, la nubosidad y la humedad. Para ello, se tomaron el promedio anual obtenidos de Velázquez, Martínez y Carrillo (2012), por lo que, el área de peligro estará determinada principalmente por este factor, siendo esta trayectoria a la que será aplicada los intervalos correspondientes de acuerdo al tipo de sustancia.

El resultado del modelo es presentado por los Niveles de Exposición Aguda (AEGL por sus siglas en inglés), que representan el umbral límite de exposición para la población:

- AEGL 1: es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos, durante una hora y pueden desarrollar o experimentar efectos graves a la salud.
- AEGL 2: es la concentración máxima por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos durante una hora donde pueden presentar efectos significativos a la salud
- AEGL 3: es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos hasta una hora, sin experimentar efectos adversos a la salud, más que leves o transitorios sin percibir un olor claramente definido.

A partir del uso de los datos meteorológicos y las características de almacenamiento de cada sustancia química en el modelo, se genera una ficha técnica, con la siguiente información: ubicación, propiedades de la sustancia química, datos meteorológicos y rangos de exposición; a partir de estos se genera el modelado de las zonas de peligro en sus tres niveles de afectación AEGL.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el *software* empleado para las tres sustancias anteriormente mencionadas:

Cloro

Dentro del municipio, el proceso de tratamiento de aguas residuales y/o potables se lleva en la localidad de Valle de Banderas, entre las calles de Adolfo López Mateos al cruce con la calle Colima. La sustancia que se utiliza es el cloro y se tiene un almacenamiento de 10,000 litros. Por lo que el modelado se lleva a cabo en esta zona y no en las plantas de tratamiento.

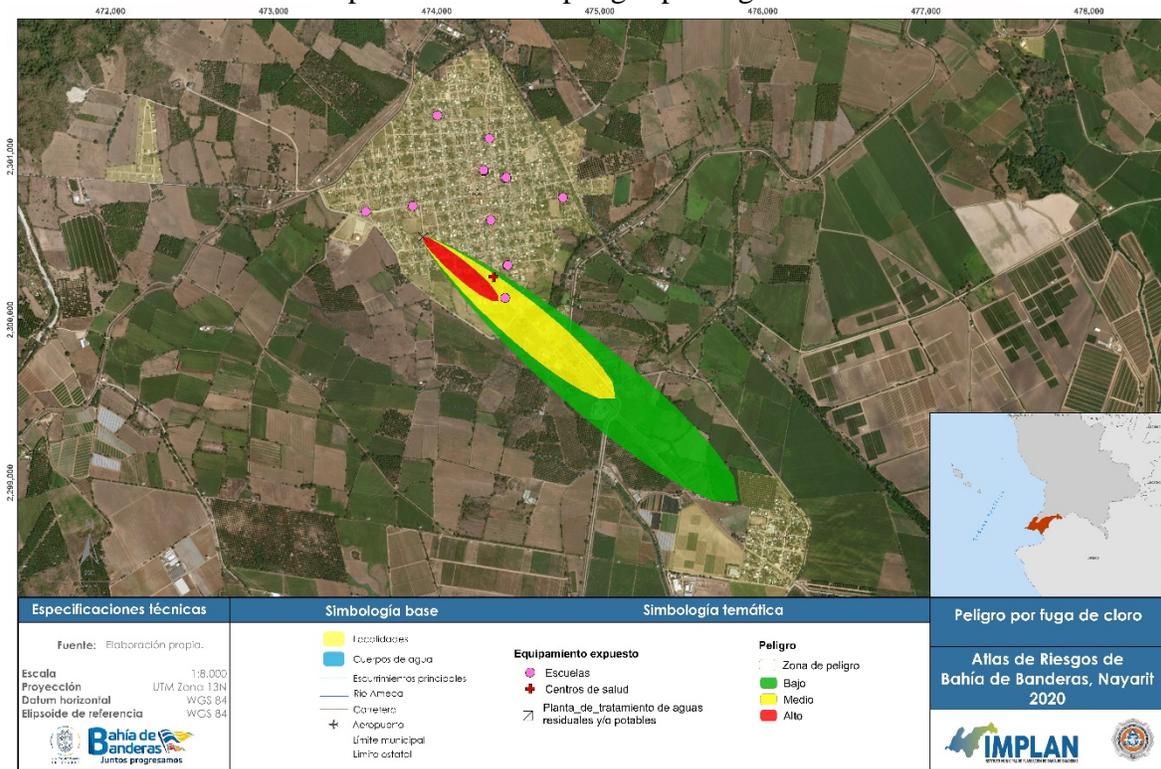
Cuadro 3. Ficha técnica del modelado de peligro por fuga de cloro

<p><u>Datos del sitio:</u> Ubicación: Valle de Banderas, Bahía de Banderas Intercambios de aire del edificio por hora: 0.51 (pisos protegidos) Hora: 18 de febrero de 2019 1419 horas ST (usando el reloj de la computadora)</p>
<p><u>Propiedades de la sustancia química:</u> Nombre químico: Cloro (Cl) Número CAS: 7782-50-5 Peso molecular: 70.91 g / mol AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm AEGL-2 (60 min): 2 ppm AEGL-3 (60 min): 20 ppm IDLH: 10 ppm Punto de ebullición ambiental: -34.2 ° C Presión de vapor a temperatura ambiente: más de 1 atm Concentración de saturación ambiental: 1,000,000 ppm o 100.0%</p>
<p><u>Datos meteorológicos:</u> Viento: 6 nudos desde 310 ° verdadero a 6 metros. Rugosidad del terreno: 3.0 centímetros Cubierta de nubes: 0 décimas Temperatura del aire: 27.3 ° C Clase de estabilidad: C Humedad relativa sin altura de inversión: 40%</p>
<p><u>Fuente de fuerza:</u> Fuente directa: 10,000 litros altura de la fuente: 0 Temperatura de la fuente: igual a la temperatura ambiente Presión de la fuente: igual a la ambiental Duración de lanzamiento: 1 minuto Velocidad de liberación: 481 gramos / seg. Cantidad total liberada: 28.9 kilogramos</p>
<p><u>Zona de amenaza:</u> Amenaza modelada: Gas pesado Rojo: 610 metros --- (20 ppm = AEGL-1 [60 min]) Naranja: 1,5 kilómetros --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min]) Amarillo: 2.5 kilómetros --- (0.5 ppm = AEGL-3 [60 min])</p>

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo Aloha versión 5.4.7.

En el Mapa 6 se puede observar la zona amenazada ante una fuga de cloro, la categoría AEGL 1 corresponde a 610 metros definida como un peligro alto, el peligro medio es de 1.5 kilómetros, y el peligro bajo con una distancia de 2.5 km, cabe resaltar, que las distancias dependerán en todo momento de la dirección del viento. Sin embargo, se aplica el nivel de peligro a cualquier trayectoria.

Mapa 6. Modelo de peligro por fuga de cloro



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo Aloha versión 5.4.7.

Amoniaco

Uno de los principales usos del amoniaco es como refrigerante, dentro del municipio se cuenta con dos industrias que reportan el uso de esta sustancia, una de ellas localizada en El Tondoroque y la otra en las afueras de San Vicente. De acuerdo con las cantidades utilizadas, se generó lo siguiente (Cuadro 4):

Cuadro 4. Ficha técnica del modelado de peligro por fuga de amoniaco

<p><u>Datos del sitio:</u></p> <p>Ubicación: Bahía de Banderas</p> <p>Intercambios de aire de construcción por hora: 0.59 (sin cobertura individual)</p> <p>Hora: 19 de febrero de 2019 0952 horas ST (usando el reloj de la computadora)</p>
<p><u>Propiedades de la sustancia química:</u></p> <p>Nombre químico: Amoniaco (NH₃)</p> <p>Número CAS: 7664-41-7 Peso molecular: 17.03 g / mol</p> <p>AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm</p> <p>IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm</p> <p>Punto de ebullición ambiente: -33.5 ° C</p> <p>Presión de vapor a temperatura ambiente: más de 1 atm</p> <p>Concentración de saturación ambiental: 1,000,000 ppm o 100.0%</p>
<p><u>Datos meteorológicos</u></p> <p>Viento: 5 nudos desde 292 ° verdad a 3 metros.</p> <p>Rugosidad del terreno: agua abierta Cubierta de nubes: 0 décimas</p>

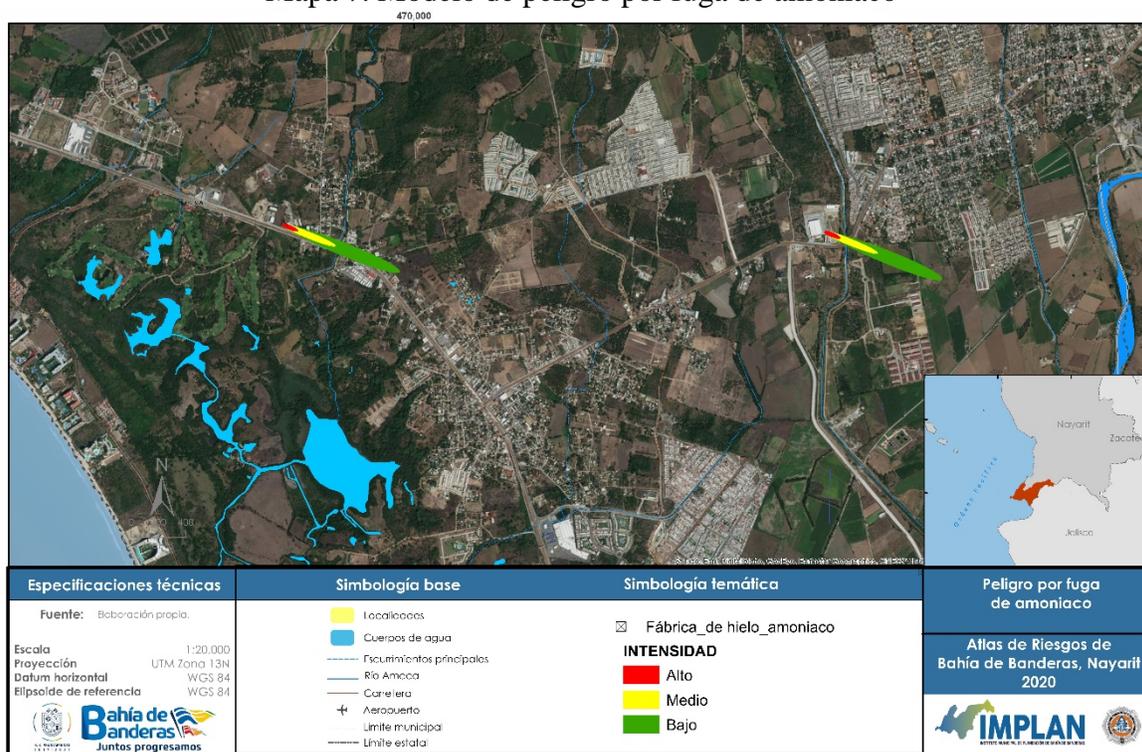
<p>Temperatura del aire: 26 ° C Clase de estabilidad: E Humedad relativa sin altura de inversión: 40%</p>
<p><u>Fuente de fuerza:</u> Fuga de agujero en tanque cilíndrico vertical. Químico inflamable que se escapa del tanque (no se quema) Diámetro del tanque: 1.5 pies Longitud del tanque: 6 pies Volumen del tanque: 10.6 pies cúbicos El tanque contiene líquido Temperatura interna: 72 ° F Masa química en el tanque: 164 kilogramos El tanque está lleno al 90% Diámetro de apertura circular: 0.5 pulgadas La apertura está a 5.40 pies del fondo del tanque Nota: RAILCAR predice que se formará una nube estacionaria o 'grupo de niebla'. Modelo: RAILCAR Duración de lanzamiento: 6 minutos Velocidad de liberación sostenida promedio máximo: 16.7 kilogramos / min (promediado en un minuto o más) Cantidad total liberada: 59.0 kilogramos</p>
<p><u>Zona de amenaza:</u> Modelo: Gaussiano Rojo: 116 metros --- (1100 ppm = AEGL-1 [60 min]) Naranja: 412 metros --- (160 ppm = AEGL-2 [60 min]) Amarillo: 921 metros --- (30 ppm = AEGL-3 [60 min])</p>

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo Aloha versión 5.4.7.

Con base en la modelación, en el Tondoroque la explosión por fuga se puede presentar en un radio de entre 412 y 921 m con peligro de medio a bajo, afectando el colegio Hispanoamericano en la calle Revolución y carretera Federal 200. Mientras que, en San Vicente, las zonas afectadas corresponden a áreas de cultivo (Mapa 7). Sin embargo, ante un cambio de dirección del viento, las afectaciones en el caso del Tondoroque serían la zona del Club de Golf Flamings, y el hospital general; en el caso de San Vicente sería a los fraccionamientos Palma Real y Hacienda San Vicente, así como el centro de salud.

El amoniaco puede detonar en el aire e incendiarse, así como emitir humos tóxicos y óxidos de nitrógeno. Afecta las mucosas de ojos, piel y el tacto respiratorio para producir hidróxido de amonio el cual puede causar daño cáustico, la severidad depende de la concentración y tiempo de exposición. El daño va de quemaduras leves a severas y puede causar desde tos hasta edema pulmonar (Arcos & Treviño, 2003).

Mapa 7. Modelo de peligro por fuga de amoniaco



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo Aloha versión 5.4.7.

Gas L.P.

Se utiliza como sustitución de los combustibles vegetales como la leña y el carbón. Está compuesto por una mezcla de propano y butano, se encuentra en estado gaseoso para el almacenamiento; para el transporte se licua y se maneja bajo presión para mantenerlo en estado líquido (CENAPRED, 2017). Entre los principales usos del gas licuado de petróleo son:

- Doméstico; utilizado para cocinar, calefacción, secadora.
- Comercial; son los mismos usos que los domésticos, pero con un mayor volumen como en los hoteles, restaurantes y hospitales.
- Industrial; los equipos que requieran de combustible o bien como materia prima para fabricar otros productos.

El municipio de Bahía de Banderas, cuenta con una gasera en San Clemente de Lima, el cual tiene un rango de afectación de 1.4 km en su concentración mínima, una intermedia en 917 metros del punto del accidente, ocasionado quemaduras y en el rango de 649 metros, el peligro es potencialmente letal (Cuadro 5).

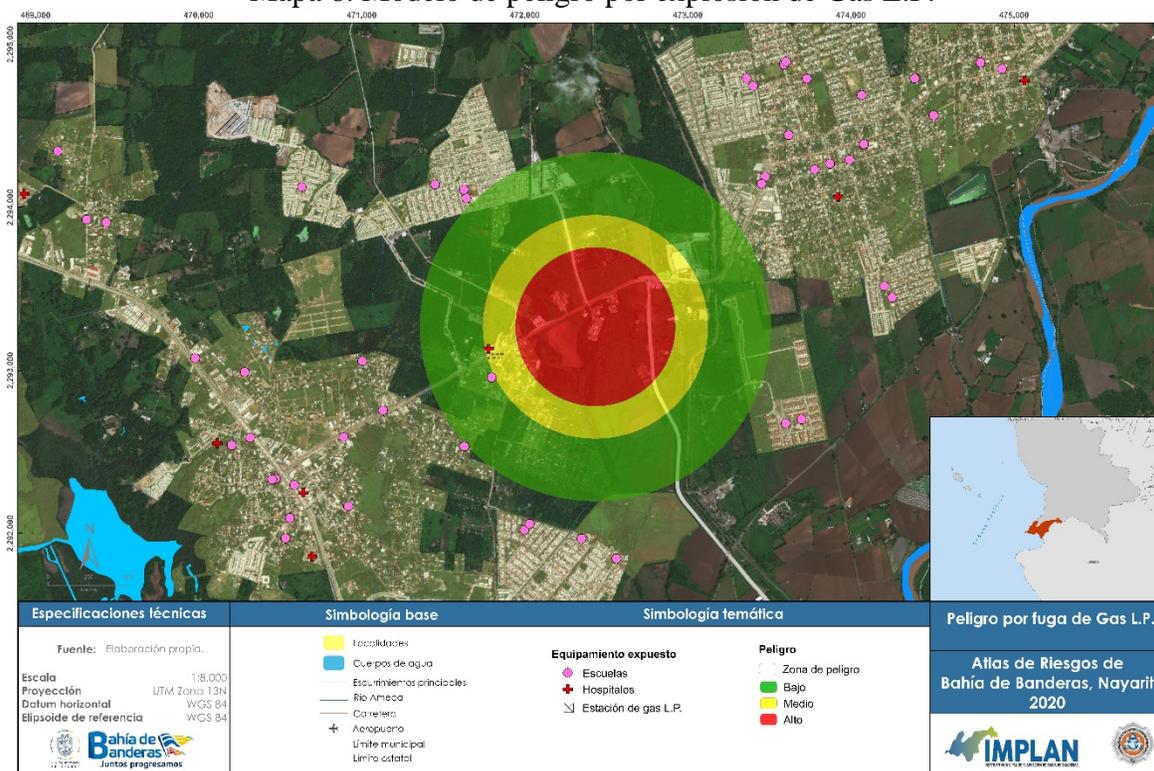
Cuadro 5. Estación de Gas L.P., San Clemente de Lima

<p><u>Datos del sitio:</u> Ubicación: San Clemente de Lima, Bahía de Banderas Intercambios de aire de construcción por hora: 0.59 (sin cobertura individual) Hora: 19 de marzo de 2019 a 1629 horas ST (usando el reloj de la computadora)</p>
<p><u>Propiedades de la sustancia química:</u> Número CAS: 463-49-0 Peso molecular: 40.06 g / mol PAC-1: 230 ppm PAC-2: 2500 ppm PAC-3: 15000 ppm LEL: 22000 ppm UEL: 170000 ppm Punto de ebullición ambiente: -34.5 ° C Presión de vapor a temperatura ambiente: más de 1 atm Concentración de saturación ambiental: 1,000,000 ppm o 100.0%</p>
<p><u>Datos meteorológicos</u> Viento: 5 nudos desde 292 ° verdad a 3 metros. Rugosidad del terreno: campo abierta Cubierta de nubes: 0 décimas Temperatura del aire: 26 ° C Clase de estabilidad: C Humedad relativa sin altura de inversión: 40%</p>
<p><u>Fuente de fuerza:</u> BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal Diámetro del tanque: 2 metros Longitud del tanque: 26 metros Volumen del tanque: 250,000 litros Tanque contiene líquido Temperatura de almacenamiento interno: 26 ° C Masa química en el tanque: 130, 329 kilogramos El tanque está lleno al 90% Porcentaje de masa del tanque en bola de fuego: 100% Diámetro de la bola de fuego: 294 metros Duración de la quemadura: 17 segundos.</p>
<p><u>Zona de amenaza:</u> Amenaza modelada: radiación térmica de la bola de fuego Rojo: 649 metros --- (10.0 kW / (m2) = potencialmente letal en 60 segundos) Naranja: 917 metros --- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos) Amarillo: 1.4 kilómetros --- (2.0 kW / (metros cuadrados) = dolor en 60 segundos)</p>

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo Aloha versión 5.4.7.

En el Mapa 8 del modelo de explosión de Gas L.P., se observan las zonas afectadas, principalmente, son las áreas dedicadas al cultivo, posteriormente la localidad de San Clemente de Lima y en menor nivel la colonia Baganvilias, San Isidro, San Vicente y un segmento del fraccionamiento Altavela, además, dentro del área se encuentran 3 primarias susceptibles a ser afectadas.

Mapa 8. Modelo de peligro por explosión de Gas L.P.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo Aloha versión 5.4.7.

Los efectos causados a la salud por inhalación del Gas L.P, son dolor de cabeza, náuseas, vómitos, tos, dificultad al respirar, mareos, somnolencia, desorientación y, en casos extremos, convulsiones, inconsciencia, e incluso la muerte. Si el gas entra en contacto con los ojos, provoca hinchazón y daño ocular. Si hay contacto con la piel, puede ocasionar quemaduras (CENAPRED, 2017).

Gasolineras

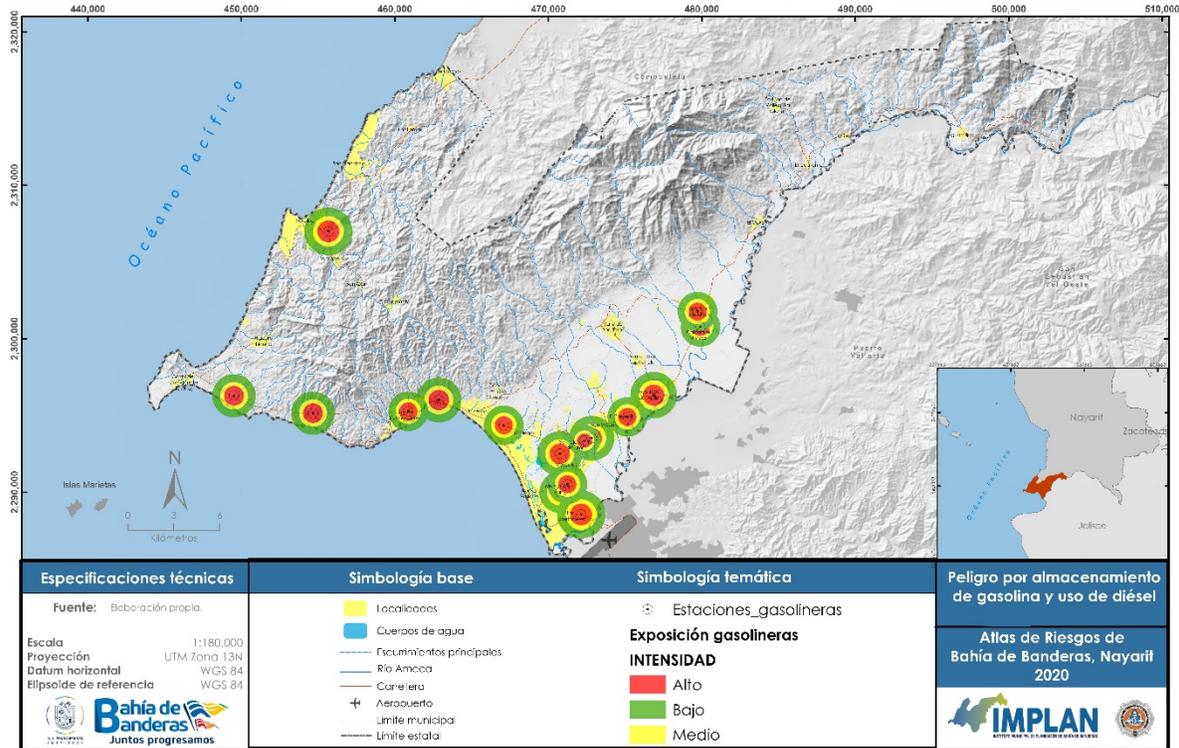
Entre las sustancias que representan un riesgo, se encuentra la gasolina. De acuerdo con el Oficio UMPC/01/3396/2020 de la Unidad Municipal de Protección Civil, en el municipio de Bahía de Banderas se ubican 34 gasolineras en funcionamiento y 1 en proceso de construcción, mismas que distribuyen hidrocarburos como diésel y gasolina magna y Premium. Sin embargo, en el Mapa 9 se pueden observar las 28 gasolineras registradas en el DENUE, donde es visible la distribución de la actividad en el municipio, así como una mayor concentración en la carretera Mezcales-San Vicente, ya que es una zona urbana, y sobre la Carretera Federal 200 en las localidades de La Cruz de Huanacastle, Bucerías, Tondoroque, Mezcales y Nuevo Vallarta.

A continuación, se muestran los niveles de riesgo por estaciones de distribución de gasolina y diésel presentes en el municipio.

Así también, se incluye la identificación del peligro por almacenamiento y uso de gasolina y diésel. Con base en el reglamento de Protección Civil y Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo del sector Hidrocarburos, la distancia mínima que se debe de guardar para las estaciones de servicio (gasolineras), corresponde a un radio de 500 metros que funciona como zona de amortiguamiento, por ello, se debe identificar los asentamientos humanos y componentes naturales que sean vulnerables.

En caso de las estaciones ubicadas en el municipio de Bahía de Banderas e

Mapa 9. Identificación de peligro por almacenamiento y uso de diésel y gasolina



Fuente: DENUE (2018).

Dentro de estos radios de 500 metros, las zonas más vulnerables son las localidades: El Porvenir, Mezcales y San Vicente, debido a la aglomeración de población, infraestructura, así como equipamiento educativo y de salud en sus distintos niveles.

De acuerdo con el análisis espacial (Cuadro 6), son varias estaciones las que no cumplen con el criterio de la distancia mínima de 500 m. La mínima registrada es de 137 m, que corresponde a las estaciones en la periferia de Bucerías hacia la carretera federal núm. 200 hacia la Cruz de Huanacastle; seguida por las gasolineras ubicadas en Mezcales, una sobre la carretera 200 y la otra sobre la carretera Mezcales-San Vicente, con una distancia de 353.8 m. La tercera más cerca son las que se localizan en El Porvenir con una distancia de 398.7 metros. Además, no todas las estaciones cuentan con el plan de contingencia para operar, de las 28 estaciones que tiene registrado el DENUE, según reportes de la Unidad Municipal de

Protección Civil y Bomberos y hasta la elaboración de este documento, solo 17 cuentan con el plan de contingencia.

Cuadro 6. Distancias mínimas entre gasolineras

N° de gasolineras	N° de gasolineras próxima	Distancia (metros)
Gasolinera Pemex	Estación 10190	353.8
Estación 5791	Servicio gasolinero dinámico	493.2
Diafa Diésel 2000	Estación 12677	398.7
Gasolinera S/D	Estación Los Picos	137.0
Estación 114468	Estación La Cruz	490.1

Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2018)

Además, se elaboró una relación de 17 estaciones presentes de las cuales se tiene un registro que contiene el nombre del servicio, localidad y dirección, así como la cantidad de almacenamientos de hidrocarburos (Cuadro 7), con los cuales se modelaron los escenarios de posibles riesgos, que se mostrarán en otro apartado. Cabe resaltar que, solo se utilizaron las estaciones de servicio que cuentan con el plan de contingencia para operar.

Cuadro 7. Gasolineras en el municipio de Bahía de Banderas

Nombre	Localidad	Dirección	Cantidad de almacenamiento (litros)	Zona de Amenaza:
Diafa Diésel 2000	San Clemente de Lima	Carretera Mezcales-San Vicente km 2.1 N°430-B	60,000	Rojo: 469 metros --- (10.0 kW / (m ²) = potencialmente letal en 60 segundos)
				Naranja: 663 metros --- (5.0 kW / (m ²) = quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos)
				Amarillo: 1.0 kilómetros --- (2.0 kW / (metros cuadrados) = dolor en 60 segundos)
10475	Flamingos	Carretera Tepic-Vallarta km 144.5 N° 1273	120,000	Rojo: 585 metros --- (10.0 kW / (m ²) = potencialmente letal en 60 segundos)
6979	San Juan de Abajo	Calle 20 de noviembre		
Servicio Gasolinero Dinámico	El Porvenir	Av. Michoacán N°694		Naranja: 827 metros --- (5.0 kW / (metros cuadrados) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)
11468	La Cruz de Huanacastle	Carretera Cruz de Huanacastle-Punta de Mita No. 533 Sur		Amarillo: 1.3 kilómetros --- (2.0 kW / (metros cuadrados) = dolor en 60 segundos)
2378	San Juan de Abajo	Lázaro Cárdenas equina con calle 2 de octubre		
11602	Valle Dorado	Av. México N°1490		
Es-13228	Nuevo Vallarta	Blvd. Nayarit Y/O Blvd. Nuevo Vallarta No. 65		Rojo: 615 metros --- (10.0 kW / (m ²) = potencialmente letal en 60 segundos)

				Naranja: 869 metros --- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos)
				Amarillo: 1.4 kilómetros --- (2.0 kW / (metros cuadrados) = dolor en 60 segundos)
3	Punta de Mita	Punta de Mita km 3.5 N°03	160,000	Rojo: 642 metros --- (10.0 kW / (m2) = potencialmente letal en 60 segundos)
10952	Punta de Mita	Carretera Cruz de Huanacastle-Punta de Mita No.1606		Naranja: 906 metros --- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)
				Amarillo: 1.4 kilómetros --- (2.0 kW / (metros cuadrados) = dolor en 60 segundos)
12677	San Vicente	Carretera a Mezcales- San Vicente N°872	180,000	Rojo: 666 metros --- (10.0 kW / (m2) = potencialmente letal en 60 segundos)
10190	Mezcales	Carretera Mezcales-San Juan N°112		Naranja: 941 metros --- (5.0 kW / (metros cuadrados) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)
2	El Porvenir	Carretera Mezcales- San Vicente N°827		Amarillo: 1.5 kilómetros --- (2.0 kW / (metros cuadrados) = dolor dentro de 60 segundos)
1	La Cruz de Huanacastle	Boulevard Rivera de Nayarit N°2910		
11594	San José del Valle	Calle Michoacán n°525 esquina con calle Capomo	200,000	Rojo: 689 metros --- (10.0 kW / (m2) = potencialmente letal en 60 segundos)
				Naranja: 973 metros --- (5.0 kW / (m2) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)
				Amarillo: 1.5 kilómetros --- (2.0 kW / (metros cuadrados) = dolor dentro de 60 segundos)
8795	La Jarretadera	Carretera Tepic Vallarta km 152+200	220,000	Rojo: 710 metros --- (10.0 kW / (m2) = potencialmente letal en 60 segundos)
				Naranja: 1.0 kilómetros --- (5.0 kW / (metros cuadrados) = quemaduras de segundo grado en 60 segundos)
11219	Sayulita	Carretera Sayulita- Punta de Mita Km. 5+100		Amarillo: 1,6 kilómetros --- (2,0 kW / (metros cuadrados) = dolor en 60 segundos)

Fuente: Elaboración propia con base en Protección Civil de Bahía de Banderas, 2019

IV.1.2 Riesgos por almacenamiento de sustancias peligrosos

Entre las sustancias que representan un riesgo, se encuentra la gasolina. En el municipio de Bahía de Banderas se emplazan 16 gasolineras que distribuyen hidrocarburos como diésel y gasolina magna y Premium. A continuación, se muestran los niveles de riesgo por estaciones de distribución de gasolina y diésel presentes en el municipio.

Metodología

Uno de los riesgos en las gasolineras consiste en los derrames de gasolina al momento de despachar o de cargar los tanques. Esto puede generar charcos que pueden incendiarse generando un incendio conocido como *fire pool* o bien, se evaporan, formando una nube de vapor tóxico y que puede reaccionar a un chispazo o una flama.

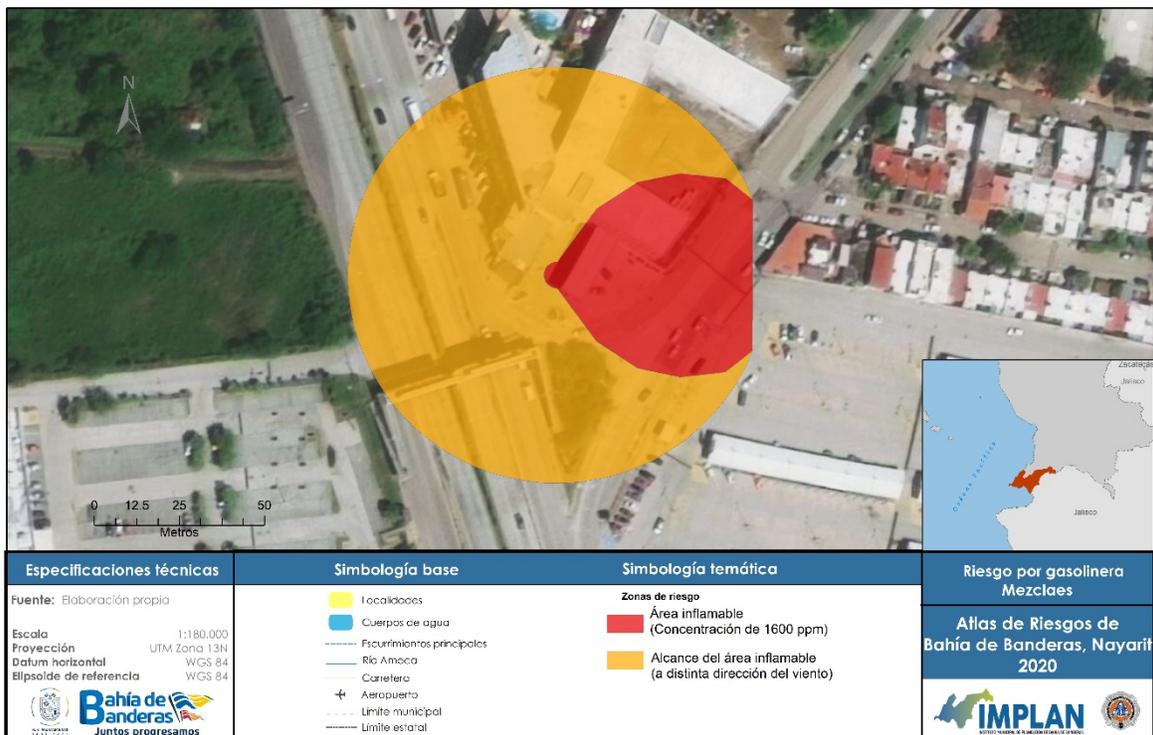
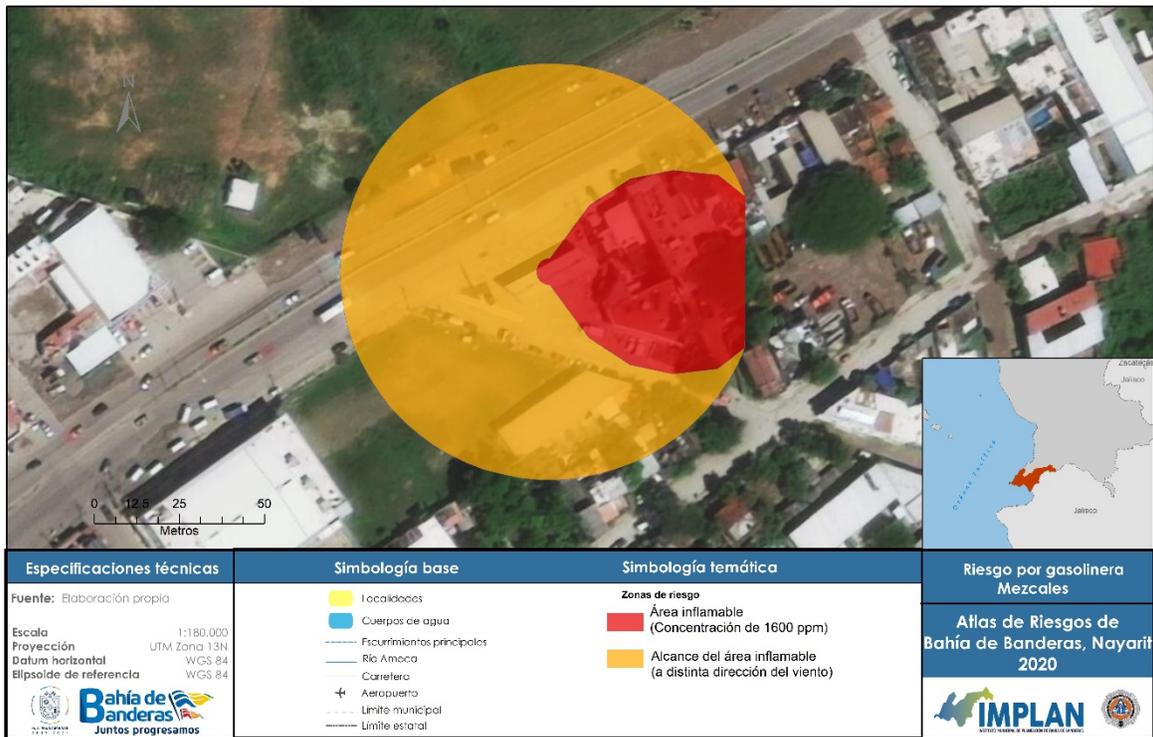
Se utilizó el software Aloha para modelar la zona de riesgo por área inflamable en cada gasolinera. Se ingresaron los parámetros de los rasgos químicos de la gasolina, condiciones atmosféricas y ambientales específicas (velocidad del viento de 5 mph proveniente del oeste, temperatura ambiente de 25°C, entorno urbano, por mencionar algunos ejemplos). Se consideró un escenario de acuerdo al volumen del charco o líquido derramado, con el modelo de nubes de vapor, formadas por un volumen de 500 L de líquido derramado, lo que generó un área inflamable de 57 metros entorno a las gasolineras. Posteriormente se utilizó un sistema de información geográfica para representar cartográficamente las zonas de riesgo e identificar los elementos sociales que se encuentran en riesgo. Se cartografió únicamente las gasolineras que se detectaron que implican un riesgo para elementos externos a las instalaciones de las mismas gasolineras.

Resultados

Las gasolineras de Bahía de Banderas suelen ubicarse sobre la carretera o en avenidas principales, la mayoría de estas representan un riesgo para los vehículos que transitan por el lugar, pero no alcanza a dañar otro tipo de estructuras. Se identificaron tres gasolineras en el municipio, con elementos sociales dentro de su radio de riesgo.

La gasolinera de Mezcales ubicada sobre la carretera a El Colomo implica un riesgo para algunos establecimientos de negocios y para casas habitación dentro del radio del modelo, en la colonia Hermosa Provincia I (Mapa 10).

Mapa 10. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en Mezcales



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 11. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en El Porvenir



Fuente: Elaboración propia.

Otra gasolinera con presencia de riesgo por nube de vapor inflamable se ubica en El Porvenir, en la localidad de San Vicente, pues se encuentra muy cerca de áreas habitacionales. En caso de presentarse un fenómeno de incendio podría dañar a casas y negocios cercanos (Mapa 11).

El tercer caso es la gasolinera que se emplaza en la carretera a El Colomo, a la altura de la Glorieta de los Indios; A menos de 60 metros de distancia se ubican elementos como casa-habitación y pequeños negocios de la colona Arboledas, en San José del Valle (Mapa 12). Es importante que las gasolineras tengan un área reservada para evitar daños a personas e infraestructura por este tipo de eventos.

Mapa 12. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en San José del Valle



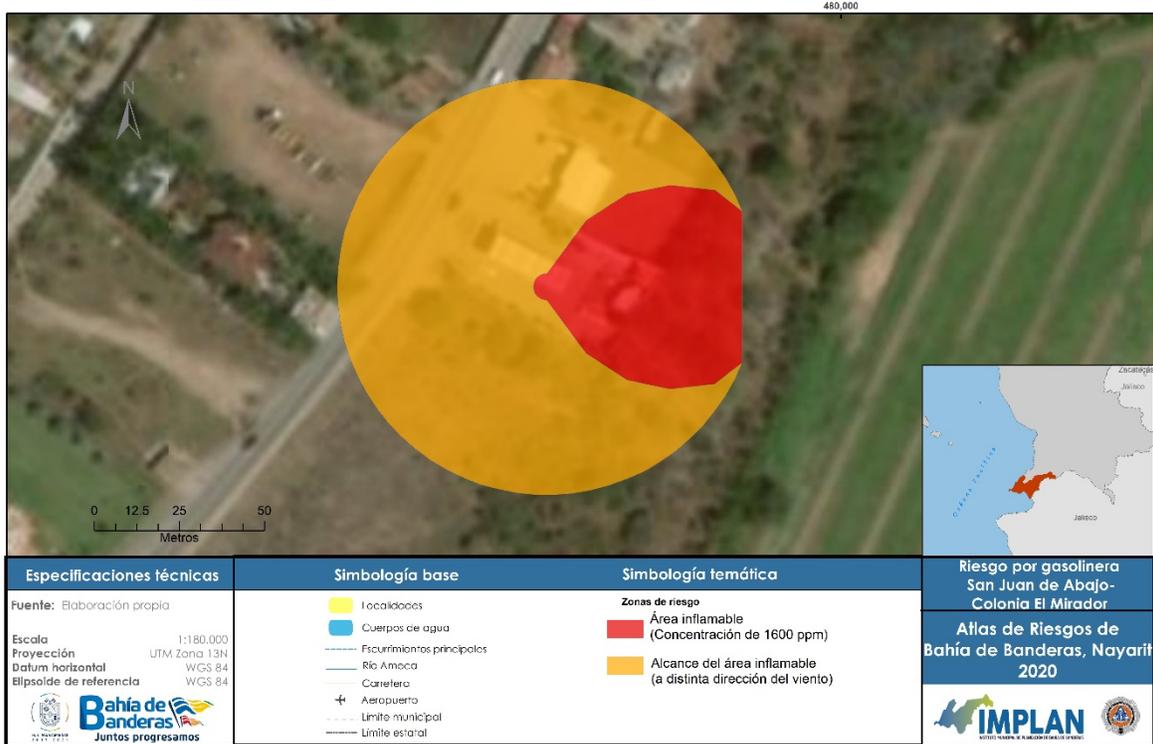
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 13. Riesgo por estaciones de distribución de gasolina en San Juan de Abajo



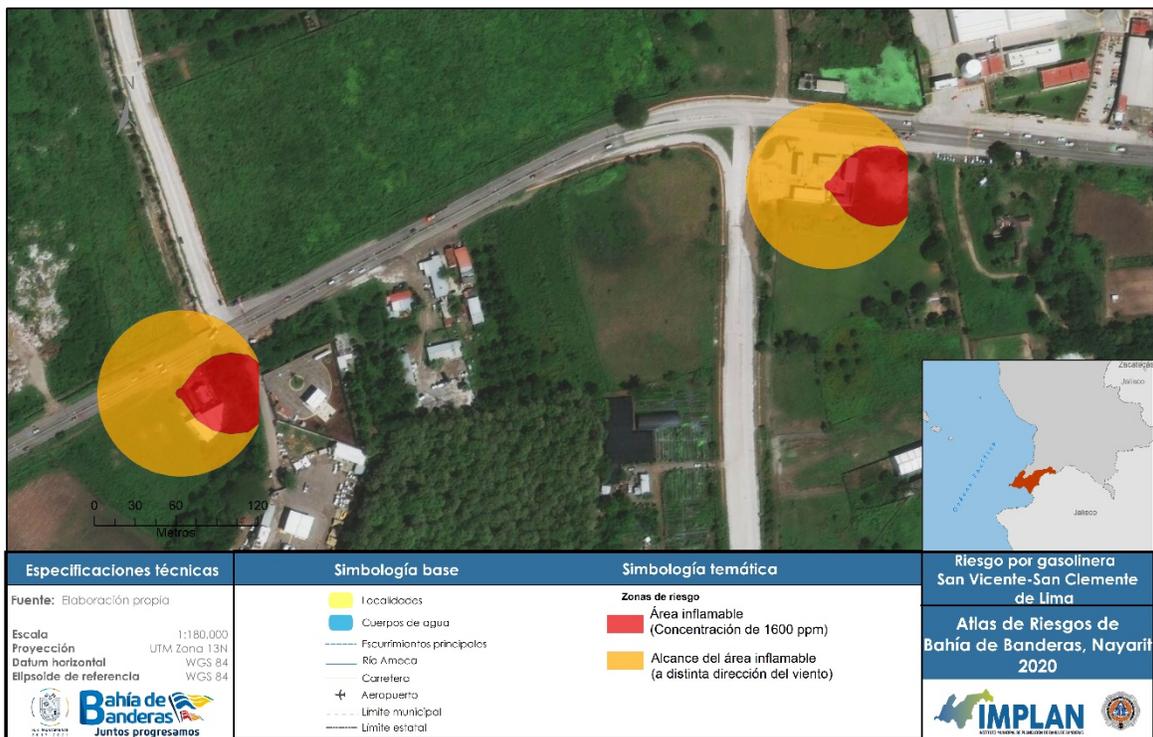
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 14. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Colonia El Mirador, SJA



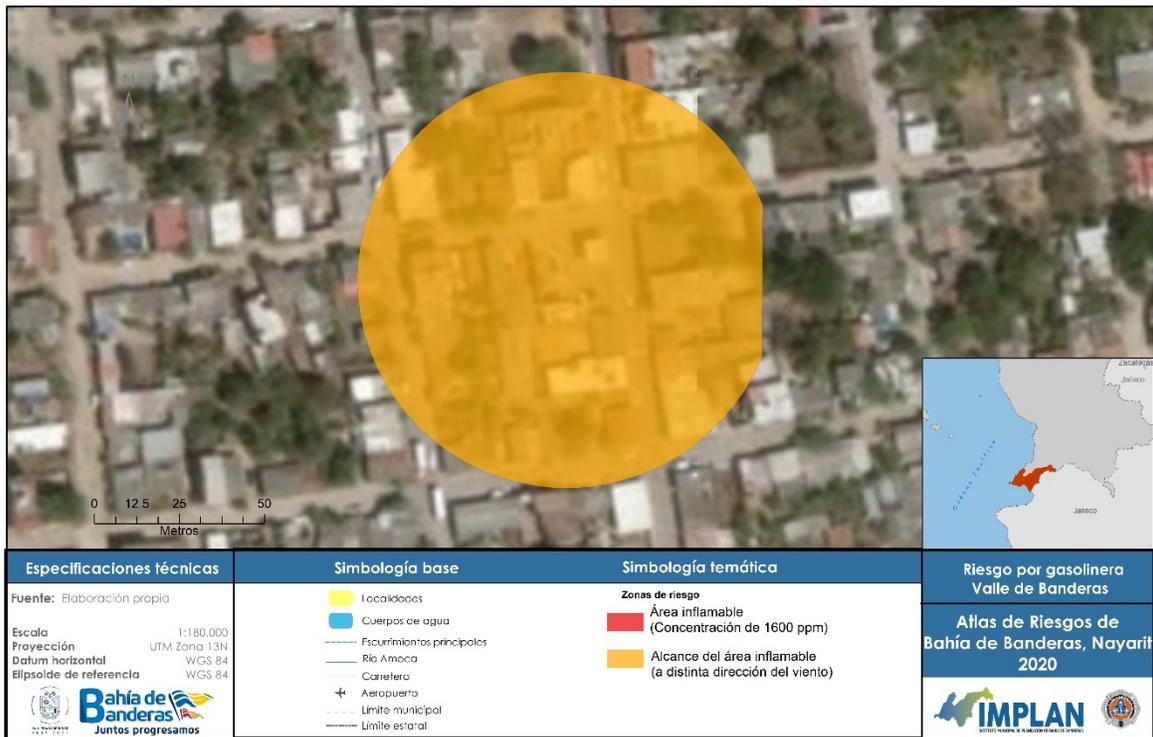
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 15. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en San Vicente – San Clemente de Lima



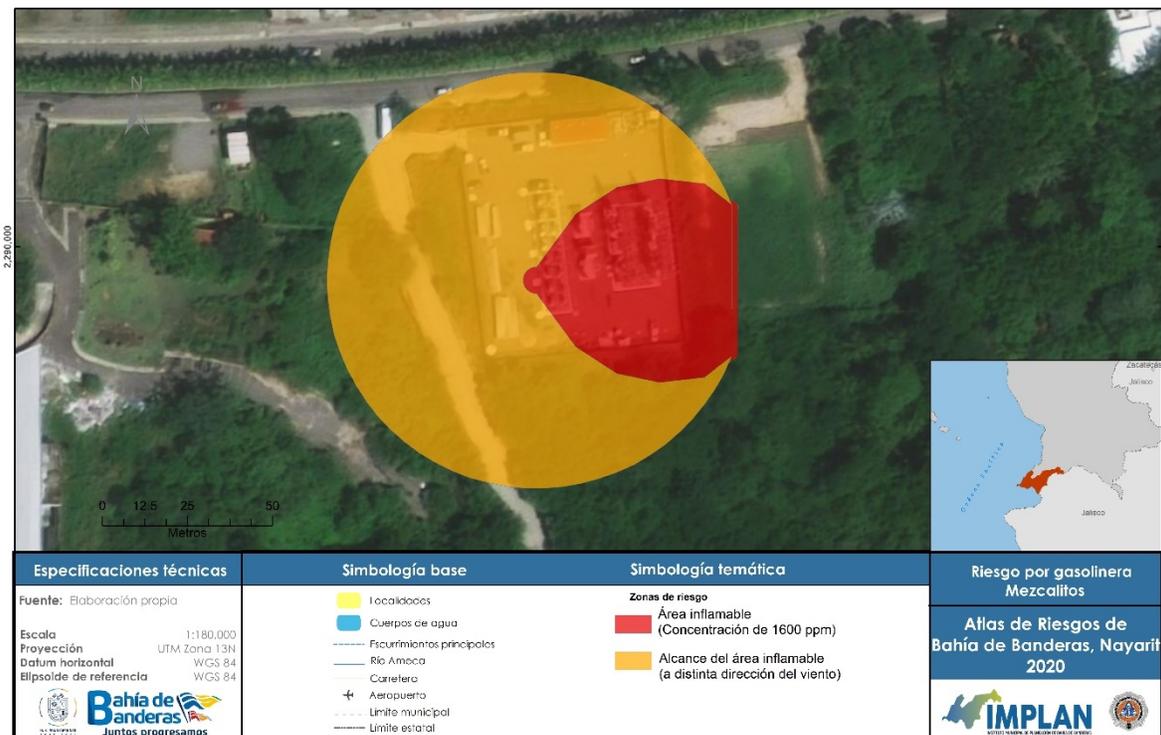
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 16. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Valle de Banderas



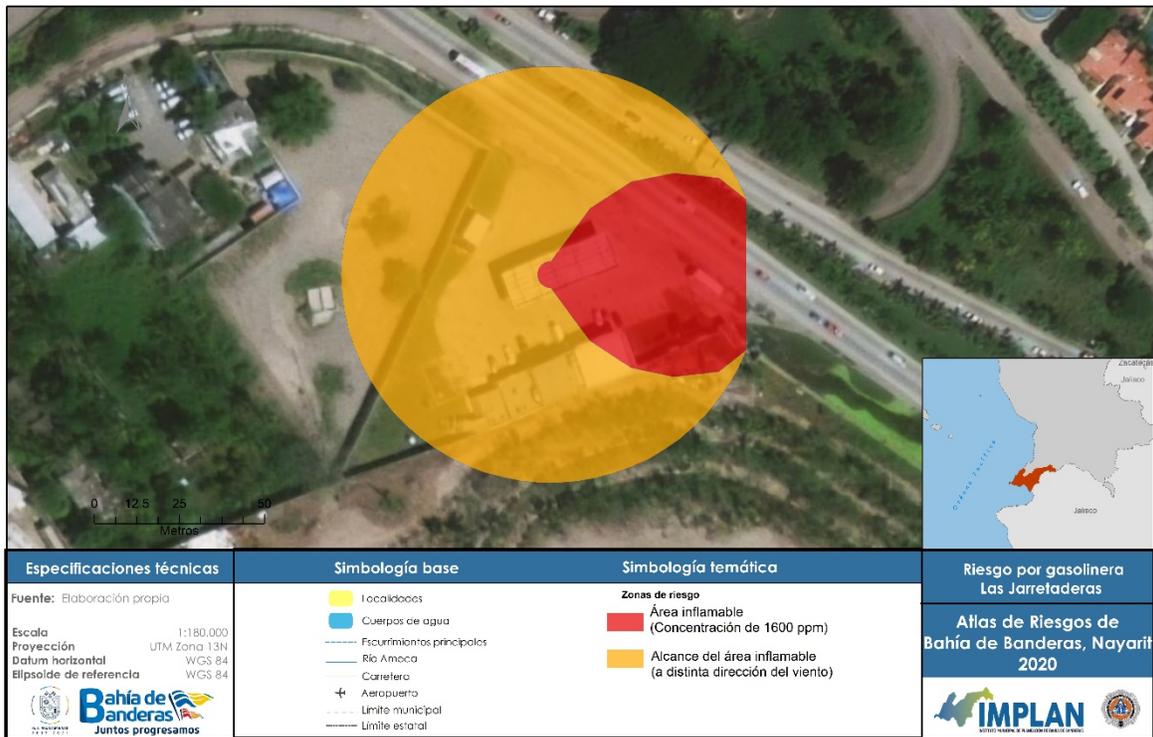
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 17. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Mezcalitos



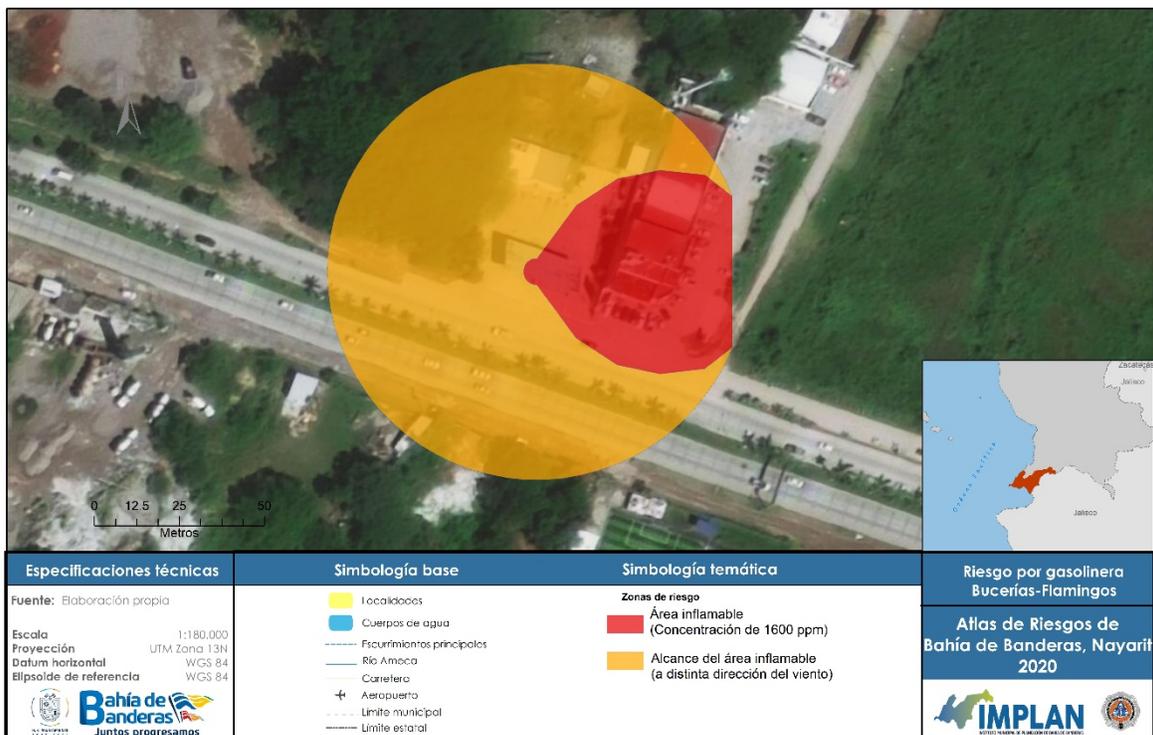
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 18. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en La Jarretadera



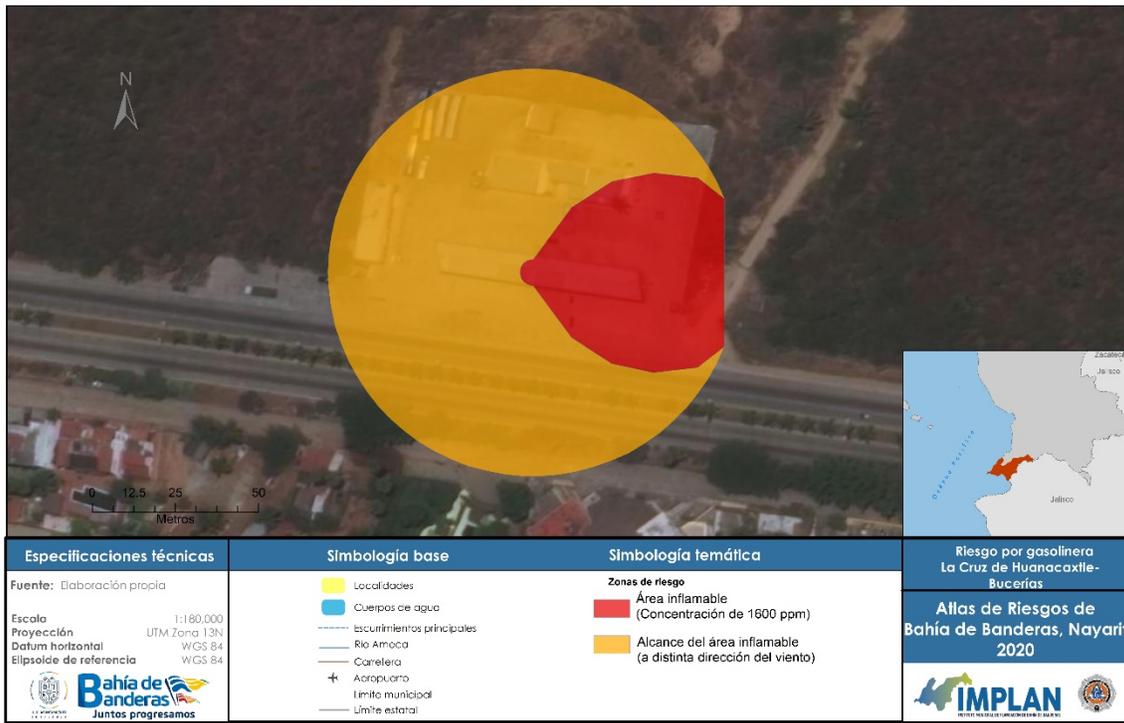
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 19. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Bucerías – Flamingos



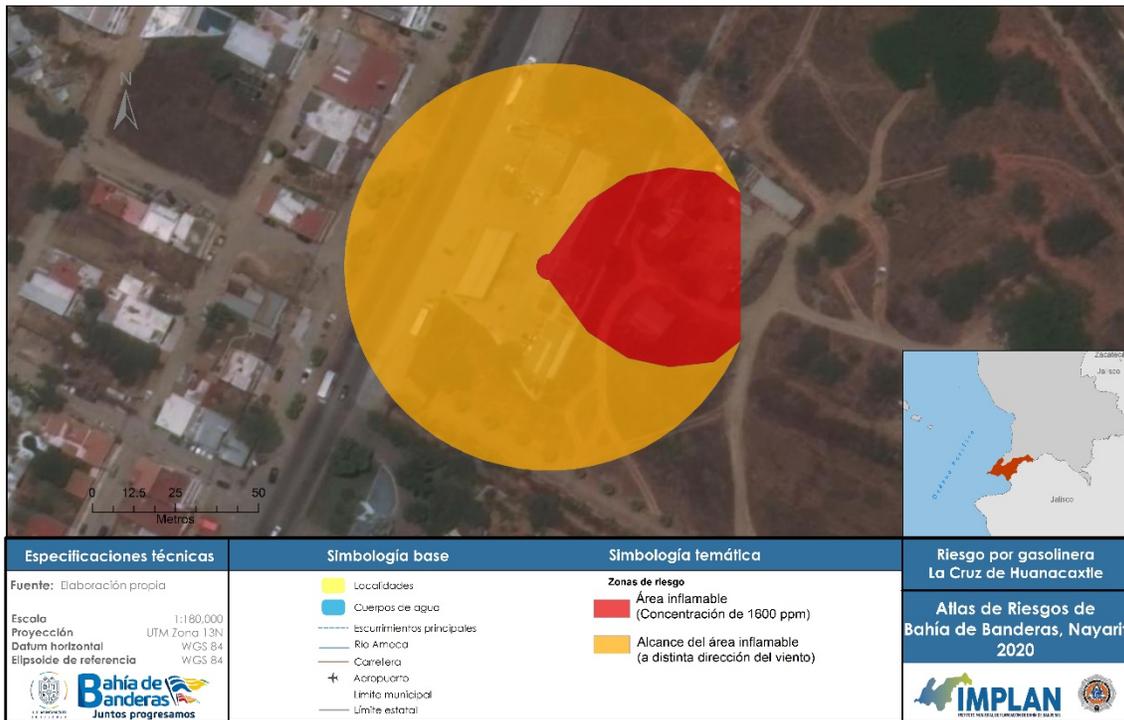
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 20. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en La Cruz de Huanacaxtle - Bucerías



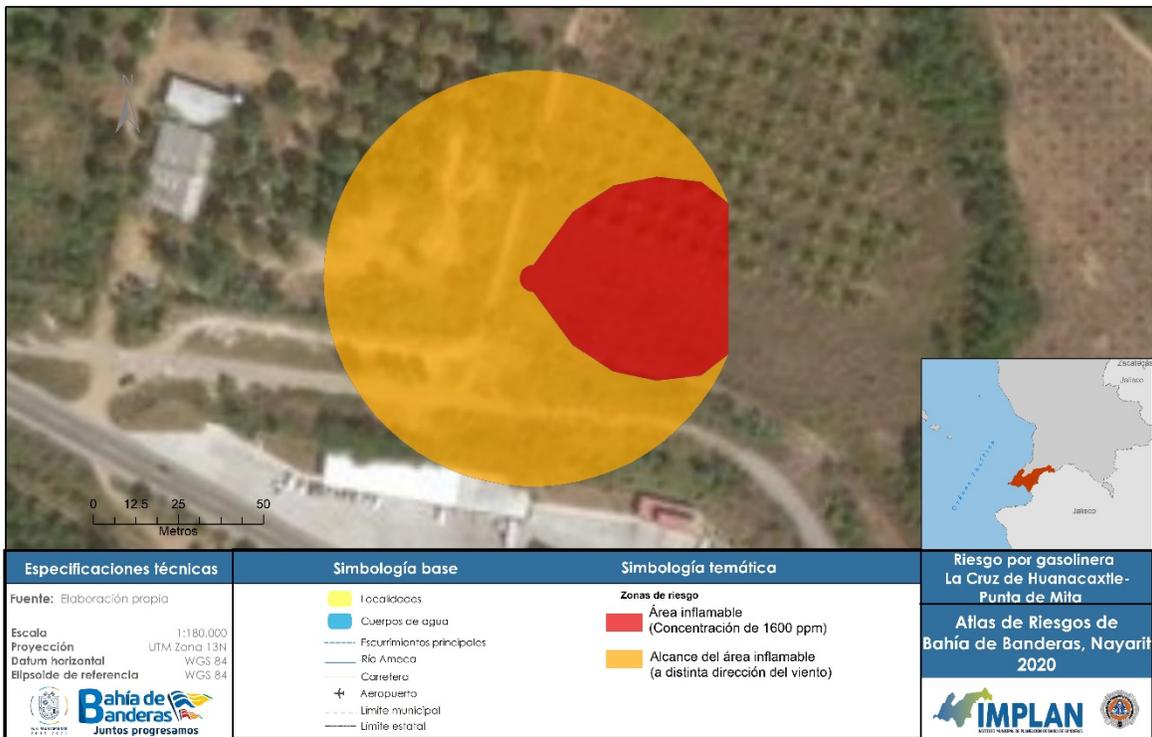
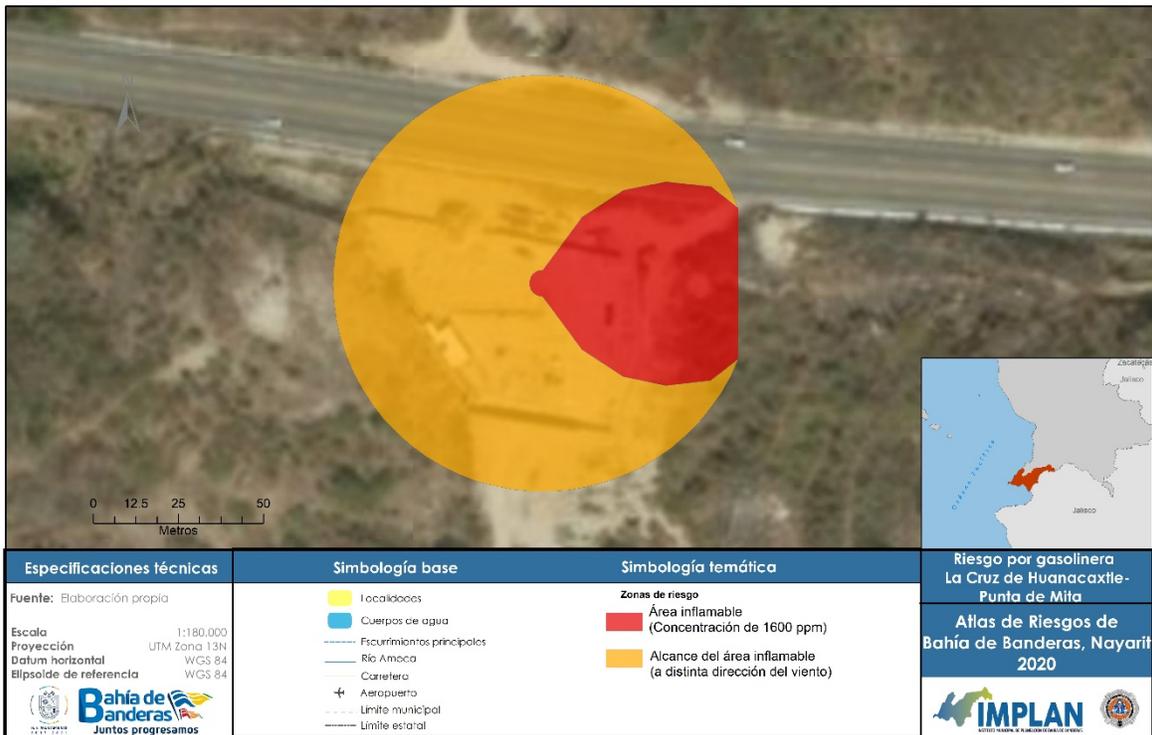
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 21. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en Carretera La Cruz de Huanacaxtle



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 22. Riesgos por estaciones de distribución de gasolina en La Cruz de Huanacaxtle – Punta de Mita



Fuente: Elaboración propia.

En caso de ocurrir algún accidente en tales estaciones, pueden provocar daños como incendios y explosiones, que bajo ciertas condiciones serían mortales. Afecta la salud, ya sea en su forma líquida, gas o vapor, al inhalarla, ingerirla o estar en contacto.

Los efectos leves incluyen mareos y dolor de cabeza, mientras que los efectos más serios comprenden estado de coma y la incapacidad para respirar. Inhalar continuamente los vapores de la gasolina causa irritación de nariz, garganta, bronquios y pulmones. Una exposición prolongada o en altas concentraciones de los vapores de la gasolina produce asfixia, colapso, coma, arritmias cardíacas y daña el sistema nervioso (COFEPRIS, 2019).

La gasolina al contacto con la piel causa irritación, resequedad y grietas que pueden infectarse fácilmente. Sus vapores causan irritación, lagrimeo e inflamación de los ojos. El contacto directo produce visión borrosa, movimientos incontrolados, inflamación de los párpados y hasta quemaduras de la córnea. El traslado de gasolina que se realiza a pie, en vehículos y en bicicletas o motocicletas aumenta el riesgo de incendio y explosión. La ropa, calzado y trapeos contaminados que son almacenados en espacios cerrados, pueden incendiarse espontáneamente (COFEPRIS, 2019).

No obstante, cabe señalar que en el municipio de Bahía de Banderas no se ha presentado una contingencia de este tipo, sin embargo, no se debe descartar la ocurrencia de ello.

IV.2 Transporte de sustancias peligrosas

De acuerdo con el reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, una sustancia peligrosa es todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades (SEGOB, 2012). Esta misma se clasifica de la siguiente manera (Cuadro 8).

Cuadro 8. Clasificación de sustancias peligrosas

Clase	Denominación
1	Explosivos
2	Gases comprimidos
3	Líquidos inflamables
4	Sólidos inflamables
5	Oxidantes y peróxidos orgánicos
6	Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos
7	Radioactivos
8	Corrosivos
9	Varios

Fuente: Elaboración propia con información del Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

Con base en la información proporcionada por el departamento de tránsito y vialidad municipal, en el municipio de bahía de banderas, se tiene el registro de transporte solo de sustancias explosivas, como lo es la gasolina. Esta suele ser transportada en un autotanque, que es un vehículo cerrado, el cual puede tener distintas características como tener semirremolque, ser un camión tanque, remolque tipo tanque, el cual son los destinados al transporte de líquidos, gases licuados o sólidos en suspensión (NOM-004-SCT/2008).

Figura 1. Ilustración de un auto tanque.



En las rutas que son utilizadas para el transporte de dicha sustancia, sobresalen las siguientes vialidades:

- Carretera federal 200, ingreso a los cuatro carriles.
- Carretera M. González, solo el tramo mezcales – san Vicente.

- Camino viejo Bucerías – Valle, Donde ahí toman caminos saca cosechas para poder ingresar a los poblados.

Se utilizó la Guía de respuestas en caso de emergencias (CENAPRED, 2016) como base para determinar la zona de peligro por transporte de gasolina en el municipio, en esta guía se identifican 2 vertientes: “Peligros Potenciales” y de “Seguridad Publica”, en donde cada una se divide en 2 rubros.

• **Cuadro 1. Peligros Potenciales de la guía de CENAPRED.**

Peligros Potenciales	
Incendio o Explosión	A la Salud
Explosión por calor, choque, fricción o contaminación.	Inhalación, ingestión o contacto con la sustancia, genera lesiones severas, infección, enfermedad o muerte
Reacción violenta ante el aire, agua o espuma	Alta concentración de gas puede causar asfixia.
Incendio por llamas, calor o chispa	Puede causar quemaduras en la piel y ojos
Vapores viajan a una fuente de encendido y regresar en llamas	El fuego o el contacto con el agua producen gases irritantes, tóxicos y/o corrosivos.
Contenedores pueden explotar cuando se calienten	Las fugas resultantes del incendio pueden causar contaminación.
Cilindros con rupturas pueden proyectarse	

- Fuente elaboración propia con base de la “Guía de Respuestas en caso de Emergencias” de CENAPRED.

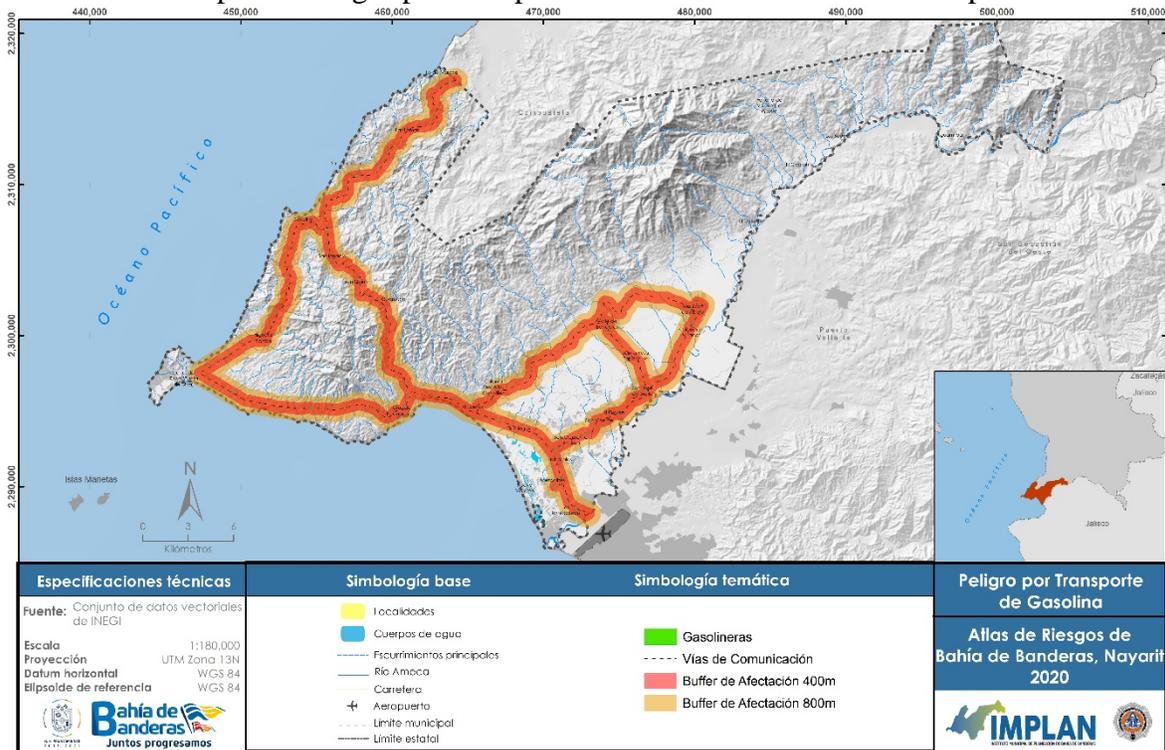
• **Cuadro 2. Seguridad Publica de la guía de CENAPRED.**

Seguridad Pública		
Seguridad Pública	Ropa Protectora	Evacuación
Llamar al número de teléfono de respuesta en caso de emergencias.	Usar el equipo de aire autónomo de presión positiva (SCBA)	Si un tanque, carro de ferrocarril o autotank está involucrado en un incendio, AISLE 800m (1/2 milla) a la redonda; también considerar la evacuación inicial a la redonda a 800m (1/2 milla)
Aislar el área de derrame o escape como mínimo 100m	La ropa de protección estructural de bomberos provee protección limitada en situaciones de incendio.	
Mantener alejado al personal no autorizado		
Mantenerse con viento a favor, zonas altas y/o corriente arriba		

- Fuente elaboración propia con base de la “Guía de Respuestas en caso de Emergencias” de CENAPRED.

En CENAPRED (*ibid. p. 170*) se señala una zona de evacuación y aislamiento de 800 metros alrededor de un autotank involucrado en un incendio. En base a ello se generó un búfer entorno a las principales vialidades utilizadas para el transporte de estas sustancias (Mapa 23) para representar el área de peligro cualitativo que se desprende de este tipo de accidentes.

Mapa 23. Peligro por transporte de hidrocarburos en el municipio



Fuente: Elaboración propia.

Es importante, llevar un monitoreo constante y vigilancia del cumplimiento de las normas correspondientes al transporte de dichas sustancias, esto debido a que las rutas utilizadas son zonas urbanas consolidadas, aunado a esto, se debe gestionar que los comités locales y regionales de prevención y atención de desastres se constituyan en una herramienta básica de protección civil, y como tal se fortalecerán en sus respectivos planes de emergencia para la atención en caso de ocurrir un desastre.

El transporte y manipulación de sustancias o sólidos peligrosos, implica un riesgo latente. Por lo que, para lograr su efectivo manejo, se deben apegar a normas y al cumplimiento de las recomendaciones resultantes de un análisis de riesgo que cada uno de las sustancias puedan generar. Bajo estos conceptos, la Norma Oficial Mexicana 28, hace mención en el punto 5.13:

“Disponer de un programa anual para la capacitación a los trabajadores involucrados en las actividades de operación y mantenimiento de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas; la realización de trabajos peligrosos; la atención a emergencias; la práctica de auditorías internas, y la investigación de accidentes mayores, conforme a lo que prevé el Capítulo 17 de la presente Norma.” (Secretaría del trabajo y previsión social, 2012).

Con base en el búfer de 800 m entorno a las vialidades usadas para transporte de gasolina, se contabilizaron las viviendas por tipología (INEGI), que se deben evacuar y que podrían verse

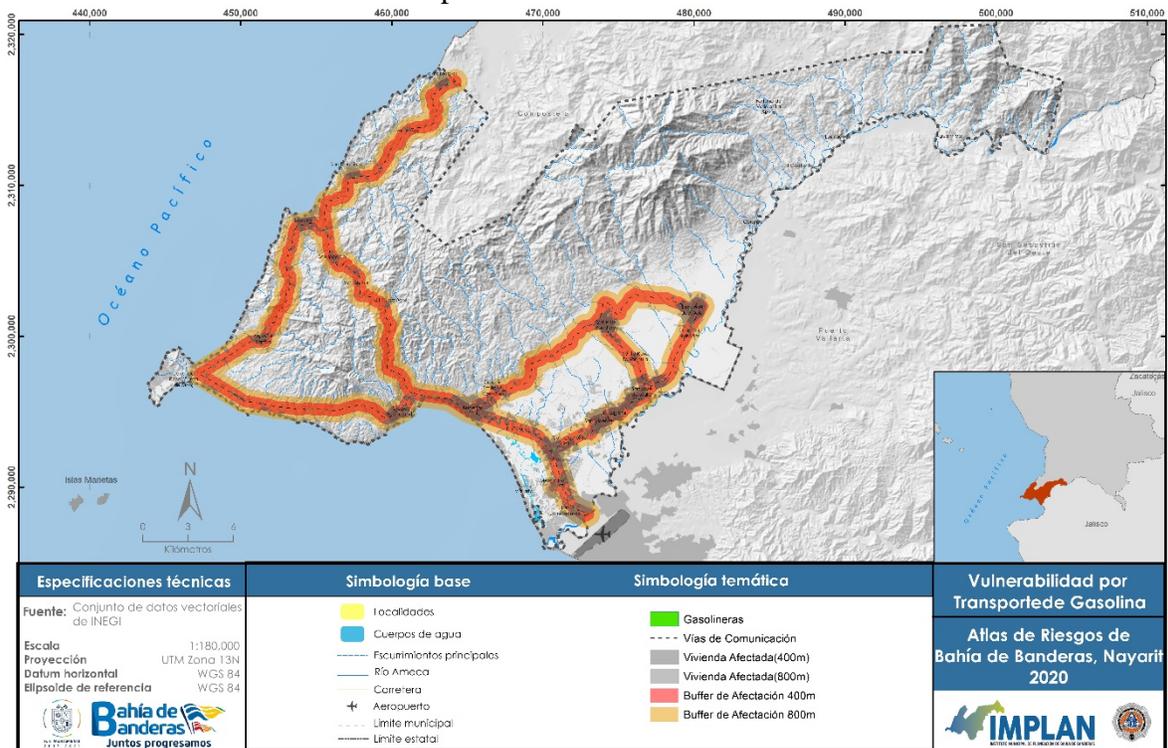
afectadas por este tipo de accidentes (tabla 1). Es de destacar que las principales localidades se encuentran a pie de carretera (Mapa 24) y se consideran este tipo de accidentes a lo largo de las vialidades señaladas, pero en un caso real se considera únicamente un radio de 800m en el punto del accidente.

Cuadro 9. Cantidad de viviendas en un radio de 800m de las rutas de transporte de gasolina

Tipo de vivienda	Cantidad
1	550
2	508
3	2301
4	20709
5	26989

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 24. Viviendas a evacuar



Fuente: Elaboración propia.

La Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT/2008, menciona la importancia de la identificación mediante etiquetas indicativas de riesgo, envases y embalajes, es fundamental, para prevenir accidentes durante el manejo y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos, así como para la pronta identificación de la naturaleza de peligrosidad de dichos productos en caso de accidente; Esto con la finalidad de:

- Reconocer por su aspecto general de color, forma y símbolo, los envases y embalajes que contienen materiales y residuos peligrosos.
- Identificar la naturaleza del riesgo potencial del material o residuo peligroso mediante símbolos.
- Prevenir situaciones de peligro en el manejo y estibado de las sustancias, materiales o residuos peligrosos.

Manejando cinco símbolos básicos de las etiquetas y los cuatro complementarios, con sus correspondientes significados, como son (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2008):

- Bomba explotando (peligro de explosión).
- Flama (peligro de incendio).
- Calavera y tibias cruzadas (peligro de envenenamiento).
- Trébol esquematizado (peligro de radiactividad).
- Líquidos goteando de dos tubos de ensayo sobre una mano y un metal (peligro de corrosión).

Y como símbolos complementarios:

- Flama sobre un círculo (oxidantes o peróxidos orgánicos).
- Cilindro de gas (gases comprimidos no inflamables, no tóxicos).
- Tres medias lunas sobre un círculo (sustancias infecciosas).
- Siete franjas verticales (sustancias peligrosas varias).

La correcta identificación de los materiales a transportar permite no solo tomar las precauciones apropiadas en su manipulación y transporte, y ante una emergencia proceder de manera apropiada o, sencillamente, abstenerse de hacerlo al considerar una vida en riesgo.

Al circular por las vías de comunicación terrestre, materiales potencialmente peligrosos que, si no son manejados en forma adecuada, pueden producir efectos graves sobre el medio ambiente o incluso, costar vidas humanas. Por tanto, es de vital importancia tener en cuenta algunas medidas de seguridad para reducir los efectos de accidentes por carretera.

IV.3 Incendios forestales

Los incendios forestales son uno de los fenómenos más destructivos, representan un peligro para la conservación de los ecosistemas, la preservación de vidas humanas y recursos económicos. El inicio de estos está condicionado a la presencia de una fuente de ignición, ya sea antropogénicas (acción humana) o natural. Existen diversos factores que condicionan la ocurrencia de estos fenómenos con condiciones permanentes, tales como la composición de los combustibles, las especies vegetales y la topografía; mientras que con condiciones transitorias se incluyen los de tipo meteorológico: temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y precipitaciones (Ilustración 1) (CONAFOR, 2010).

Ilustración 1. Condiciones que influyen sobre la incidencia de incendios forestales



Fuente: CONAFOR, 2010

A pesar de que las condiciones naturales sean idóneas para la ocurrencia de incendios, no existe la combustión espontánea, siempre se requiere de una fuente de incandescencia externa mayor a 200 °C para que ocurra un incendio. Se calcula que las actividades humanas ocasionan el 99% de estos incendios y el resto causado por fenómenos naturales como descargas eléctricas y la erupción de volcanes (CONAFOR, 2010), este último queda descartado para el municipio de Bahía de Banderas, por lo que, el riesgo de incendios forestales de origen natural se reduce aún más.

Aunado a lo anterior, algunas de las causas antropogénicas son:

- Despoblación de zonas rurales y abandono de la tierra
- Pastoreo y uso del fuego
- Ampliación de las zonas agrícolas
- El proceso de crecimiento urbano
- Aumento de los usos recreativos en las zonas forestales
- Infraestructuras de transporte de energía y comunicación
- Quema de residuos sólido

Con la ocurrencia de un incendio, se puede afectar desde una superficie incipiente hasta miles de hectáreas, ocasionando diversos efectos al suelo, flora y fauna, así como, a los bienes y servicios, como agua disponible en el suelo, captura de carbono, emisión de oxígeno, alimentación, recreación y composición de la biodiversidad, así como, en términos globales, contribuyen al cambio climático mundial a través de las emisiones.

El municipio de Bahía de Banderas, tiene como fronteras diversos sistemas montañosos que son parte de la Sierra Vallejo, debido a eso, cuenta con casi 50 mil ha de selvas, que cubren el 64% del territorio municipal, 825 ha de bosques templados, 2,191 ha de pastizales, ya sean inducidos o cultivados, mientras que las zonas agrícolas cubren un cuarto del municipio, principalmente en la zona del valle (Cuadro 10).

Cuadro 10. Coberturas y uso del suelo en el municipio

Cobertura	Área ha	%
Agricultura	19,698.64	25.6
Asentamientos humanos	3,172.58	4.1
Bosque de encino	852.25	1.1
Palmar natural	1,031.93	1.3
Pastizales	2191.1	2.9
Selvas	49263.77	64.1
Hidrófila	606.93	0.8

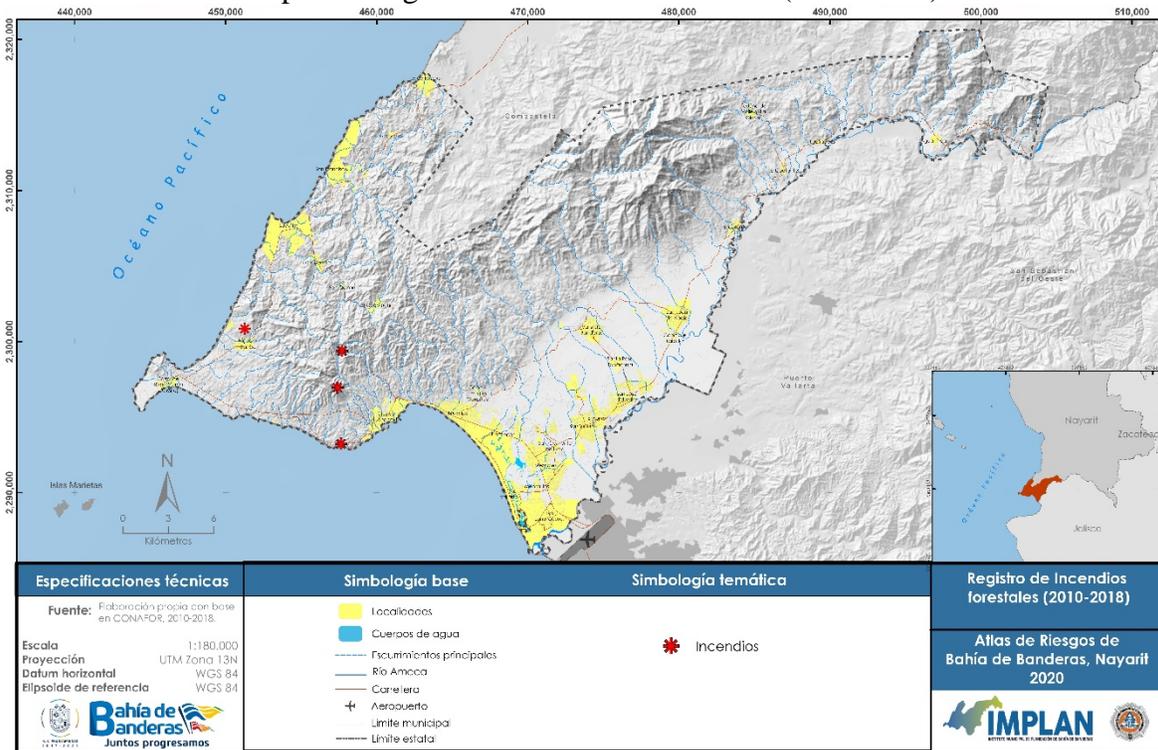
Fuente: Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, serie VI, INEGI

Como ya se mencionó anteriormente, el clima del municipio es cálido subhúmedo en la zona costera y por debajo de los 700 msnm, con temperaturas promedio anuales que van de los 22 a 28 °C y con precipitación anual de 830 a 1 783 mm. El clima semicálido subhúmedo se presenta en la sierra por encima de los 700 msnm con temperaturas promedio anuales que van de los 18 a 21 °C y con precipitación anual de 940 a 1,350 mm. El periodo más caluroso del año corresponde a los meses de julio, agosto y septiembre. Por su parte, el temporal de lluvias genera un gran crecimiento de biomasa forestal que posteriormente, en la época de estiaje se transforma en combustible.

A pesar de que los incendios forestales de origen natural son escasos, el fuego aún es considerado como una herramienta de manejo asociada a las actividades agropecuarias, por lo que se impregna un riesgo importante por influencia de los factores humanos.

Con base en la serie histórica anual de incendios del periodo 2010 al 2018 publicada por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit solo se han reportado cuatro incendios los cuales según lo reportado fueron causados por actividades antropogénicas ocurridos en los años 2010, 2013 y 2017, siendo el del año 2018 el más extenso que afectó cerca de 150 hectáreas de selvas bajas (Mapa 25).

Mapa 25. Registro de incendios forestales (2010-2018)



Fuente: Elaboración propia con base en información de CONAFOR, 2018.

El atlas de vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático señala que el municipio tiene una intensificación en los riesgos por fenómenos hidrometeorológicos extremos (INECC, 2016), dando lugar a cambios en las dinámicas pluviales y térmicas, lo que puede potencializar el riesgo de incendio por factores naturales.

Metodología

Para definir el peligro por incendio en el municipio de Bahía de Banderas, se tomaron las características del combustible (tipo de vegetación, densidad, contenido de humedad), topografía (pendiente, altitud, exposición solar) y las condiciones meteorológicas (lluvia, dirección y velocidad del viento, humedad del aire, temperatura de la superficie y del aire). Ya que estos parámetros impactan directamente en la propensión de un área dada a incendiarse y propagar el fuego (Laneve *et al.* 2011). Por lo tanto, generar mapas de peligro de incendio en la prevención, nos permite identificar el grado de susceptibilidad a la ocurrencia de estos fenómenos, para prevenir y encausar acciones que ayuden a gestionar el riesgo (Loboda *et al.* 2007, Chuvieco *et al.* 2010).

Para el modelado del Peligro por Incendios forestales en el municipio de Bahía de Banderas, se utilizó el Modelo de Índice Potencial de Incendio (FPI) (Burgan, Klaver, & Klarer, 1998) modificado, con el fin de incluir el factor antropogénico en la modelación. El desarrollo del proceso está basado en la información de cobertura vegetal, humedad, clima, topografía y factores antropogénicos asociados, que se analizaron en los apartados correspondientes.

El modelo del Índice Potencial de Incendio (FPI, por sus siglas en ingles), fue desarrollado para cartografiar zonas potenciales de ignición incorporando imágenes satelitales, el uso de Sistemas de Información Geográfica e información obtenida de la superficie de la zona. El modelo supone que los incendios se pueden evaluar a partir de la proporción de vegetación viva, su humedad y verdor (Burgan *et al.*, 1998). Actualmente es utilizado en los Estados Unidos de América para determinar el peligro de incendios a nivel nacional (Martínez, 2012). La ecuación del modelo es:

$$FPI=1- TN_f * 1-LR *100$$

donde TN_f es la fracción de humedad del combustible y LR es la proporción de combustible vivo, ambos para cada pixel. Con el fin de incorporar el Índice de riesgo humano planteado por Chuvieco y Salas, (1996), la ecuación fue modificada quedando de la siguiente manera:

$$FPI=1- TN_f * 1-LR * HRI*100$$

donde TN_f es la fracción de humedad del combustible, LR es la proporción de combustible vivo y HRI es el Índice de Riesgo Humano. El cálculo se realizó a nivel de pixel. A continuación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se presenta el esquema general de flujo de trabajo y se detallan los insumos utilizados.

Ilustración 2. Diagrama de modelado para FPI



Nota: Temperatura Máxima Media Mensual (TMX); Temperatura Mínima Media Mensual (TMIN), Temperatura Media Mensual (Tmed), Contenido de Equilibrio de Humedad (EMC), Porcentaje de Combustible Muerto (FM10), Humedad de Extinción de Combustible (MXD), % de Humedad de Extinción de Combustible (% HC), Fracción de Humedad del Combustible (TNf), Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), Niveles Digitales Promedios (NDmed), Niveles Digitales Máximos (NDmx), Niveles Digitales Mínimos (NDmin), Niveles Digitales Iniciales (ND0), Verdor Relativo (RG), Proporción Máxima de Combustible Vivo (LRMX), Proporción de Combustible Vivo (LR), Índice de Riesgo Humano (HRI), Distancia a vías de comunicación (VC), Distancia a Centros de población Todos los parámetros son descritos en los siguientes apartados mostrando la forma en que se estiman y los resultados obtenidos.

En México se considera el temporal de incendios a los primeros seis meses del año (SEMARNAT, 2018), pero para este proceso de modelado, se realizó solo para la temporada de estiaje (marzo-junio), debido a que es cuando existe el mayor riesgo de incendios por la ausencia de lluvias en el municipio y se encuentra dentro de los periodos de quema como preparación del terreno para el cultivo de temporal.

Temperaturas: La obtención de los modelos de temperatura mínima, máxima y media, como ya se mencionó anteriormente, se obtuvieron de las estaciones climatológicas en el municipio, como en sus cercanías, de la Base de Datos Climatológica Nacional (CLICOM), CICESE-SMN. Las temperaturas fueron ajustadas a la altitud mediante una regresión lineal simple. El modelo de altitud se obtuvo del Continuo de Elevaciones Mexicano de INEGI a una resolución de 15 x 15 m por pixel. Para una mayor consistencia en el modelo el resto de las variables fueron homologas a esta resolución.

Humedad relativa: expresa el grado de saturación del aire como el cociente entre la presión real del vapor a una temperatura dada (e_a) y la presión de saturación de vapor (e^o) a la misma temperatura (T). Para su cálculo son necesarias las temperaturas medias mensuales (Allen, Pereira, Raesy Smith, 2006):

$$HR = \frac{e_a}{e^o} * 100$$

No es posible medir directamente la presión real del vapor, sin embargo, existen aproximaciones para obtener la presión de vapor a través de las temperaturas mínimas:

$$e_a = e^o T_{min} = 0.611 \exp \left(\frac{12.27 * T_{min}}{T_{min} + 237.3} \right)$$

donde T_{min} es la temperatura media mensual y e^o es presión real del vapor.

La Humedad relativa fue estimada para el municipio de Bahía de Banderas para la época de estiaje y media anual. Este gradiente de humedad promedio, genera distintas condiciones en la vulnerabilidad de ignición de la cobertura vegetal. Las áreas con menor humedad y expuestas a mayores temperaturas estarán bajo un peligro mayor por incendios.

Contenido de Equilibrio de Humedad (EMC): es definido como el contenido de humedad que un objeto alcanza cuando es expuesto por determinado tiempo a temperatura y humedad relativa constante (Chuvieco, Salasy Vega, 1997). La variación del EMC está en función de la humedad relativa y la temperatura. Las ecuaciones para estimar el EMC son:

$$EMC = 2.27749 + 0.160107 * H - 0.014784 * T$$

Donde H es la humedad relativa en porcentaje y T la temperatura media en grados Fahrenheit.

Porcentaje de Combustible Muerto: cuando el combustible cae en el suelo forestal éste dependiendo de sus condiciones naturales tiende a absorber humedad del medio ambiente o en su defecto a soltarla, el Porcentaje de Combustible Muerto para 10 horas (FM10) está basado en la estimación de cuánto tiempo le tomará al combustible muerto para estar en

equilibrio de humedad con la atmosfera (Burgan et al., 1998). Se estima de la siguiente manera:

$$FM10=1.28*EMC$$

donde EMC es el Contenido de Humedad en Equilibrio, el cual depende de la temperatura y humedad relativa.

Humedad de Extinción de Combustible: Los combustibles vivos absorben agua del suelo para mantener sus células vivas y mantienen un elevado contenido de humedad, que es la cantidad de agua que se expresa en función del peso del combustible y su peso cuando está seco. Sin embargo, el combustible muerto tiene determinada su humedad por la humedad del medio ambiente (Abarca & Quiroz, 2005). La Humedad de Extinción del Combustible para las coberturas de Bahía de Banderas fue tomado de la propuesta de Martínez (2012).

Fracción de Humedad del Combustible (T_{nf}): se estima a partir del porcentaje de combustible muerto y la humedad de extinción de combustible. La fórmula para la estimación es la siguiente:

$$T_{nf}=FM10-2MXD-2$$

Donde FM_{10} es el porcentaje de combustible muerto para 10 horas y MXd es la humedad de extinción del combustible.

Verdor relativo (RG): es utilizado para cuantificar proporciones vivas y muertas de las coberturas, partir del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para determinar las posibilidades que cada pixel tiene de arder. Esto se hace en el contexto de una serie temporal de mediciones. Los parámetros utilizados para describir la distribución temporal de NDVI y el intervalo de tiempo durante el cual se evalúa esta distribución que impactan al verdor relativo y las características inferidas de la vegetación (Newnham et al., 2011).

El NDVI es el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, tiene su fundamento en el particular comportamiento radiométrico de la vegetación, el NDVI permitirá estimar la cantidad y de la vegetación en función de su respuesta espectral. Se obtuvieron los NDVI de 24 imágenes Sentinel de los últimos tres años (24 imágenes), estas imágenes fueron corregidas geoméricamente y atmosféricamente, la resolución fue homologada para la correcta simulación (15 x 15 m por pixel).

Combustible Vivo: estima cuanto es lo máximo de combustible que existe por cada pixel. Esto se estima con la siguiente ecuación:

$$LRMX=35+40*NDMX -10080$$

Donde ND_{mx} es el NDVI máximo histórico para cada pixel.

Distancia a vías de comunicación y centros de población: Para la incorporación del factor antropogénico, a la ecuación fue agregada el Índice de Riesgo Humano planteado por Chuvieco y Salas (1996). Para este caso se incluyeron las distancias a las vías de comunicación y centros de población dependiendo su magnitud.

Para las vías de comunicación el riesgo iba en función de la cercanía según del orden de las vías: carreteras, terracerías, brechas y veredas. Cada una de esta tipología contó con distintos grados de riesgo debido al tráfico que comúnmente presentan en el municipio (Cuadro 11). Para el caso de los centros de población se calculó de la misma manera, pero en este caso fue en función del tamaño de la población, según la caracterización de INEGI. Estas variables fueron incorporadas ya que, debido a la densidad de tránsito, hay riesgos de incendios en las inmediaciones debido al arrojo de colillas de cigarros, alguna chispa por la circulación o algún otro descuido de las personas que por ahí transitan. A cada centro de población según su tamaño y los tipos de vías según su clase, se calculó la distancia euclidiana en distintas magnitudes (Cuadro 12).

Cuadro 11. Distancia ponderada de vías de comunicación

Vía	Distancia ponderada (m)
Carreteras tráfico pesado	250
Carreteras tráfico ligero	200
Terracerías	150
Brechas	100
Veredas	50

Fuente: Elaboración propia con base en la propuesta de Chuvieco y Salas (1996)

Cuadro 12. Distancia ponderada a localidades

Habitantes	Clase	Distancia ponderada (m)
1 a 249	1	50
250 a 499	2	
500 a 999	3	100
1,000 a 2,499	4	200
2,500 a 4,999	5	400
5,000 a 9,999	6	600
10,000 a 14,999	7	8,00
15,000 a 29,999	8	1,000

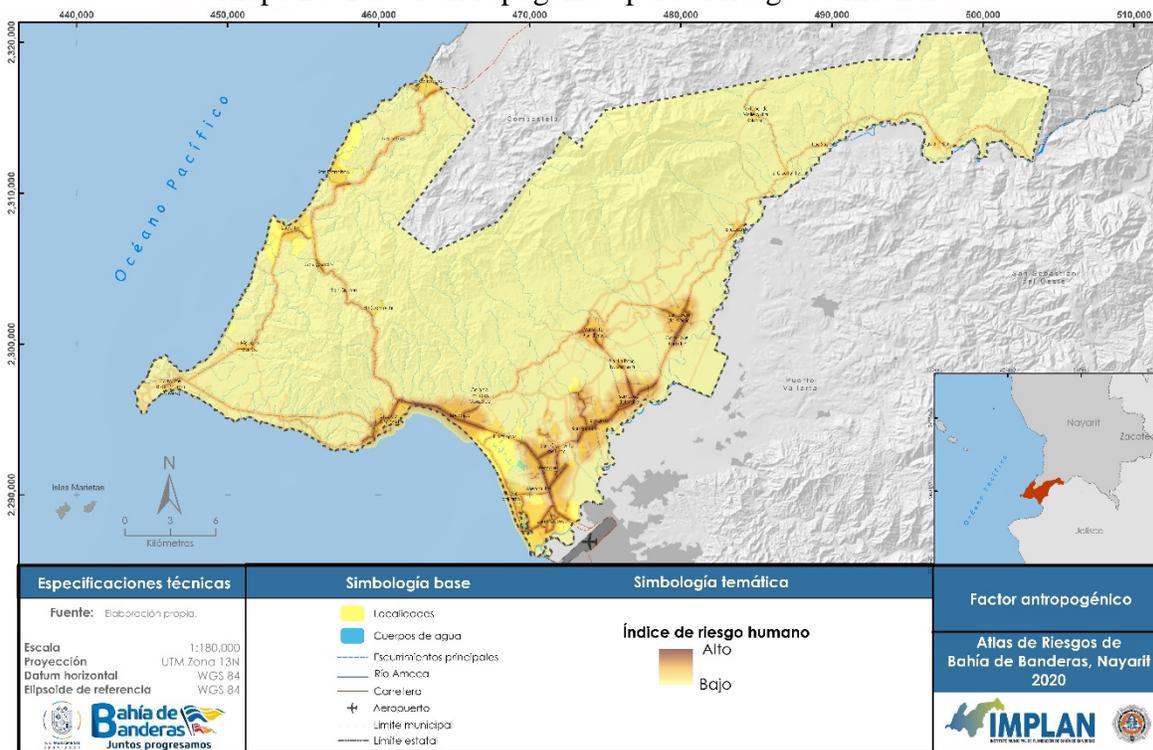
Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación de INEGI

Resultados

Conforme a la valoración de la ponderación para obtener el factor antropogénico, se puede observar que el corredor Mexcales-San Juan de Abajo y el corredor de la carretera 200 con las localidades asociadas (Mapa 26), son las zonas que muestran un factor mayor de riesgo antropogénico, debido al flujo vehicular que por estas vías circulan, además de ubicarse las localidades más grandes del municipio, por estos corredores fluye la mayor carga vehicular del municipio. Este riesgo es asociado por la presencia humana y descuidos que pueden ocasionar algún incendio. En las cercanías a las vías puedes ser alguna chispa generada o colilla de cigarro arrojada. El mismo caso para la cercanía a las localidades, que, por quema

de basura, colillas de cigarrillos o algún otro descuido puede desencadenar un incendio a zonas con vegetación herbácea o arbustiva en terrenos abandonados, para agostadero, o de descanso de la época de siembra. Los descuidos por las actividades humanas ocasionan el 99% de los incendios y sólo el resto tiene como causas fenómenos naturales (CONAFOR, 2010).

Mapa 26. Factor antropogénico para el riesgo de incendios

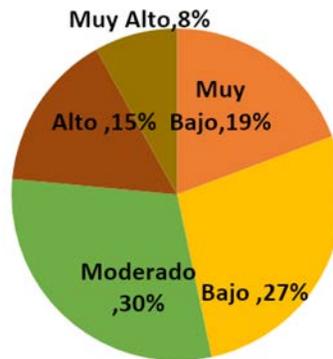


Fuente: Elaboración propia del Instituto Municipal de Planeación.

Los resultados del modelado para el peligro por incendios forestales se arrojan en términos porcentuales, por lo que 0 significa que no existe riesgo y 100 implica una zona altamente susceptible a estos fenómenos. Los resultados fueron reclasificados en cinco categorías que establece CENAPRED: Muy Bajo, Bajo, Moderado, Alto y Muy Alto. Para la validación del modelo, se cruzaron las clases de riesgo con los puntos de calor detectados.

Los resultados obtenidos, muestran que el peligro por incendios forestales para la época de estiaje (marzo – junio), donde CONAFOR y los puntos de calor procesados por CONABIO reportan una mayor incidencia de fenómenos, muestran que en el municipio de Bahía de Banderas, el 23% del territorio se encuentra bajo un riesgo alto y muy alto de incendios (Ilustración 3), aun cuando no se hayan presentado estos fenómenos en las mismas, esto debido a la incidencia de los factores climáticos, de características vegetativas y que son áreas cercanas a vías de comunicación y asentamientos humanos. El 30% del territorio municipal presenta un nivel de riesgo moderado, mientras el 47% restante tiene nivel de riesgos bajos y muy bajos.

Ilustración 3. Grado de riesgos de incendios en el municipio



Fuente: Elaboración propia

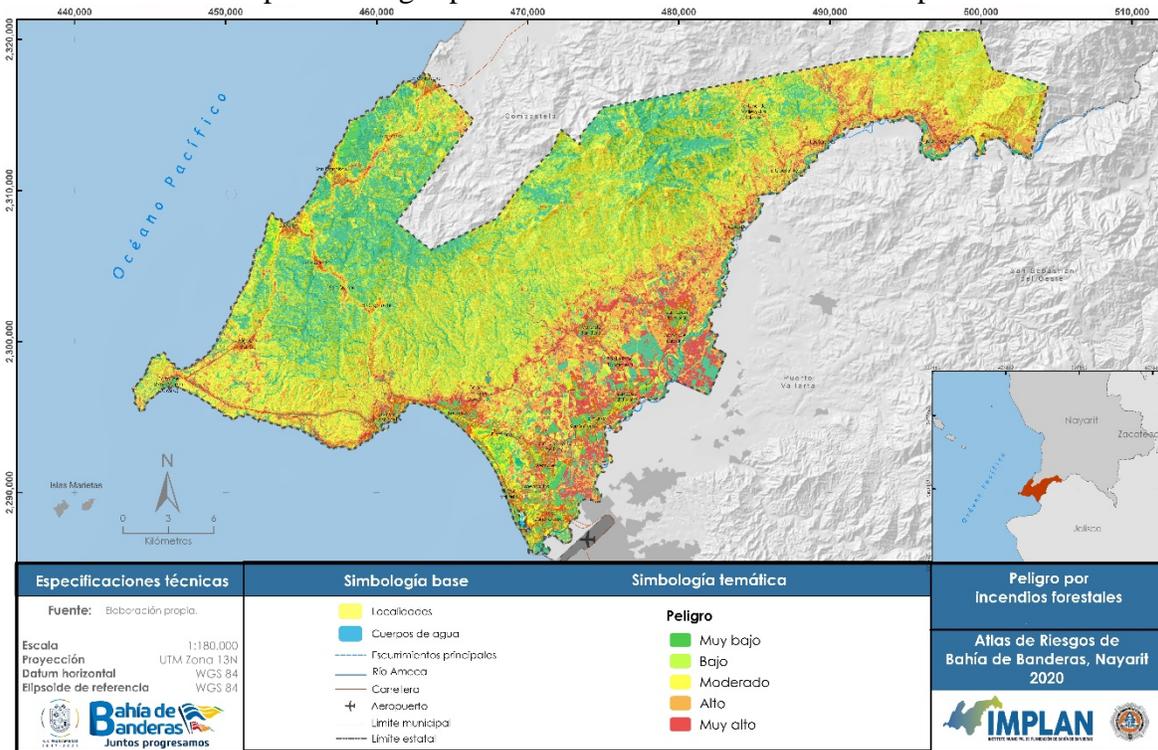
Los niveles de riesgo de incendio moderado y bajo se encuentran principalmente en la zona serrana (). El municipio de Bahía de Banderas a pesar de encontrarse bajo fuertes temperaturas en la temporada de estiaje, el riesgo en esta zona en comparación con el valle es baja, debido a la humedad relativa presente en la zona y el importante gradiente térmico que se suscita. Todo esto ocasionado por el relieve abrupto del que está caracterizado, además de lo anterior no existe tanto dinamismo poblacional como se suscita en el Valle.

Estos valores contrastan con el riesgo de incendio en el valle que se encuentra en un riesgo potencial alto y muy alto debido a los cambios de uso de suelo, quemas programadas que se salen de control y a la cercanía con importantes vías de comunicación y centros de población. Estos últimos imprimen un importante riesgo debido a la falta de conciencia y cuidado de los pobladores y personas que circulan en los caminos.

Los niveles de riesgo más altos del municipio se ubican principalmente en la zona del valle debido a la confluencia de factores climáticos, vegetales y antropogénicos. En esa zona, se presentan las temperaturas más altas, la humedad relativa es menor, la humedad de extinción en menor, debido a que corresponde en muchas áreas con el crecimiento de vegetación arbustiva y/o herbácea que corresponde a terrenos con usos de agostadero, terrenos en abandono o en situación de descanso. Lo que genera el crecimiento de vegetación considerada como combustible ligero con una rápida ignición.

Aunado a las condiciones anteriormente señaladas, en la zona de la llave, el riesgo por factores antropogénicos acrecienta que estén asentadas las principales localidades del municipio, además es el sitio donde se llevan a cabo la mayoría de las actividades económicas, lo que esta presencia humana por el acceso y/o cercanía, vuelve al valle en un lugar con presencia de importantes zonas riesgos de incendios. En la zona del Valle se deben de tomar importantes medidas que mitiguen el riesgo de Incendio en terrenos abandonados o de descanso y tener un control más estricto en las quemas programadas, para que no se salgan de control y puedan llegar a afectar a alguna de las muchas localidades asentadas en esta región.

Mapa 27. Peligro por incendios forestales en el municipio

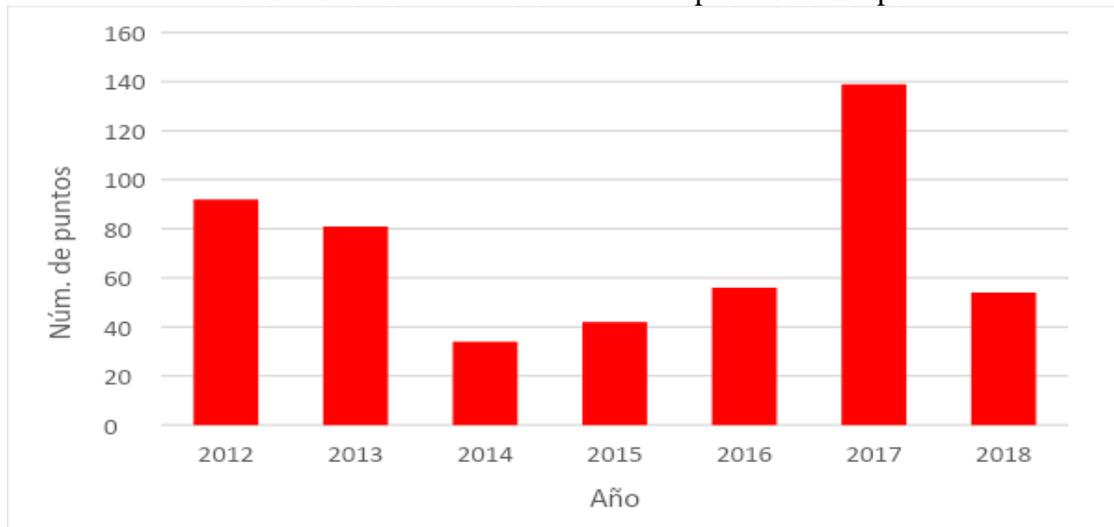


Fuente: Elaboración propia

Para determinar la validez de los resultados, se utilizó el monitoreo de los puntos de calor. Este sistema actualmente es administrado por la CONABIO desde 1999. Esta herramienta genera un informe diario donde se mapean los puntos que emiten suficiente temperatura para registrarse por los satélites, esto no implica que necesariamente se trate de un incendio, sin embargo, la información es útil para identificar oportunamente la ocurrencia de uno de ellos (Cruz-López, 2007). CONABIO considera como punto de calor el pixel de una imagen satelital que presente para la noche un valor mínimo de 25 °C y para el día 42 °C, elimina mediante cartografía temática y evaluación estadística puntos de calor que tengan baja probabilidad de ser incendios forestales (CONAFOR, 2014).

Con base en lo anterior, los puntos de calor registrados para el municipio de Bahía de Banderas en el periodo 2012-2018, han sido 498 con un promedio de 71 al año. El año que mayores puntos fueron detectados, fue en 2017 con 139, mientras que el año con menores detecciones ha sido el año 2014 (Gráfica 1).

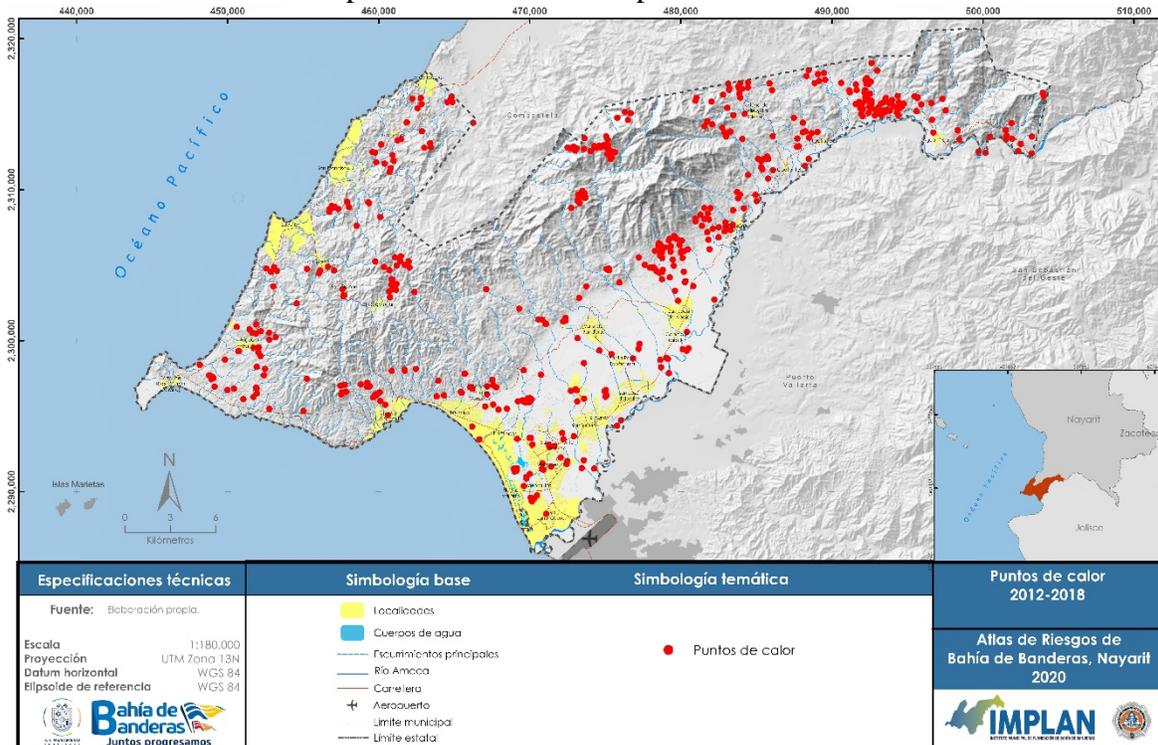
Gráfica 1. Puntos de calor detectados para el municipio



Fuente: Elaboración propia

La ubicación espacial de estos puntos (Mapa 28), principalmente se encuentra asociada, a usos agropecuarios en el 60% y en el 26% a coberturas vegetales adyacentes a los sistemas agropecuarios presentes en el municipio, el resto corresponde a puntos aislados que se han presentado en otras coberturas que posiblemente también fueron ocasionados por actividades humanas.

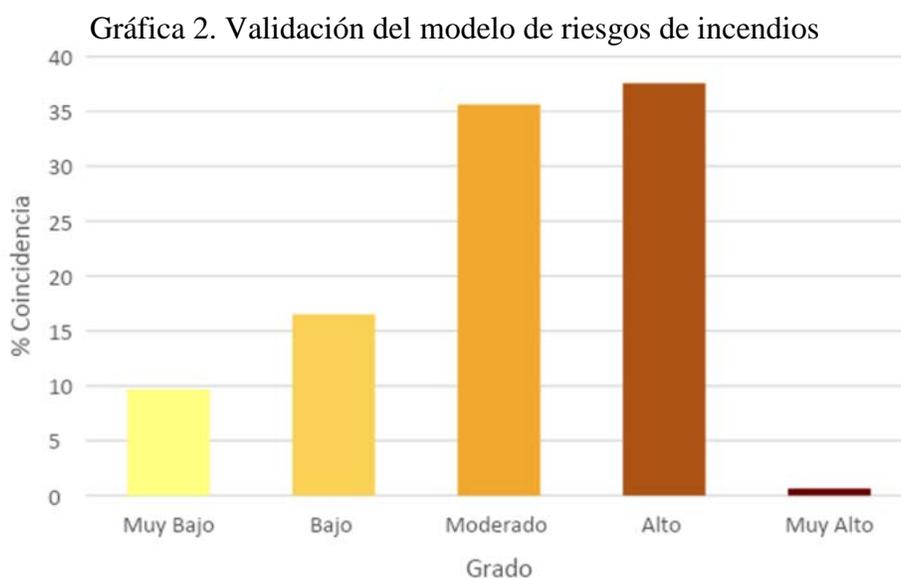
Mapa 28. Puntos de calor periodo 2012-2018



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior pone de manifiesto que, en gran medida los principales incendios forestales en el municipio son ocasionados por la influencia humana y por la cercanía donde la población que realiza sus actividades.

Se encontró que, para el municipio de Bahía de Banderas, hay una coincidencia del 74% de la localización de los puntos de calor en las categorías de riesgos moderados a muy altos obtenidos con el modelo. Esto evidencia la eficiencia del modelo para predecir el riesgo de incendios para el municipio de Bahía de Banderas.



Fuente: Elaboración propia

Literatura citada

- Ambiente, S. d. (2016). SEDEMA. Recuperado de: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/flippingbook/areas-verdes/#p=16>
- Aparicio, J. (2013). Manual de Manejo de cuencas. México.
- ARN. (2012). Atlas de riesgos Naturales del municipio de Bahía de Banderas. Nayarit.
- Cardona., A. (2018). Ecología verde. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com>
- CENAPRED (2006). Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica (1 ed.). México.
- CENAPRED (2014). Serie de Fascículos "Tsunamis". En V. Ramos Radilla. México DF.
- CENAPRED (2016) Guía de respuesta en caso de emergencia. Recuperado de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/241-GUADERESPUESTAENCASODEEMERGENCIA2016.PDF>
- Comisión Federal de Electricidad. (CFE). (2019). Recuperado de <https://www.cfe.mx/inversionistas/InformacionJuridica/Pages/Manuales.aspx>
- Dirección de Servicios públicos de Bahía de Banderas, Nayarit (2018). Datos de residuos sólidos urbanos generados en Bahía de Banderas.
- Diario Oficial de la Federación (DOF), (2016). ACUERDO por el que se emite la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos. México: Gobierno Constitucional Tomo DCCLIX No. 15.
- Enriqueta, G. E. (2004). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Escamirosa, L., del Carpo, C., Castañeda, G. y Quintal, C. (2001). Manejo de los residuos sólidos domiciliarios: en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. Ed. Plaz y Valdes.
- García, O., Ramírez, H., Alcalá, J., Meulenert, A. y García, M. (2007). Climatología de las tormentas eléctricas locales severos (TELS) en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Boletín del Instituto de Geografía. Investigaciones Geográficas: UNAM, México. pp. 7-16.
- Gaceta Municipal de Puerto Vallarta, Jalisco. (2010). Gestión de Residuos de Baterías y Llantas en el Municipio de Puerto Vallarta. Puerto Vallarta, Jalisco: Órgano oficial de comunicación del H. Ayuntamiento Constitucional de Puerto Vallarta, Jalisco.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1998). Diccionario de Datos Geológicos Escala 1:250 000. Recuperado de

http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccat/geologia/doc/dd_contnacgeol_250k.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000). Síntesis de Información geográfica del estado de Nayarit. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223458/702825223458_3.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2001). Diccionario de Datos Fisiográficos (Vectorial) Escala 1:1 000 000. Recuperado el 07 de 08 de 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223892/702825223892_1.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2008). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Censo de Población y Vivienda. México: INEGI.

(2015). Encuesta Intercensal 2015. México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Anuario estadístico y geográfico de Nayarit 2017.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM). Recuperado el 2018, de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Programas de Mortalidad. Obtenido de Programas de Mortalidad: <https://www.inegi.org.mx/programas/mortalidad/>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2013). Plagas de Importancia Económica en México. Tepatlán de Morelos, Jalisco: Centro de Investigación Regional Pacífico Centro.

Mejía, G., Rodríguez, A., Muñoz, A., Ibarra, J., Chavéz, C., Mosso, C. y Ramírez, S. (2015). Estudio ecológico mixto en México de la distribución de *Aedes aegypti*. Implicaciones en las políticas públicas. Revista médica MD, 13-19.

- México, U. (2014). Universia. Recuperado de Universia:
<https://noticias.universia.net.mx/actualidad/noticia/2014/05/21/1097224/forma-urbana-como-influye-calidad-vida.pdf>
- Ruiz Jaimes, E. (2016). CONTROL DE PLAGAS, UN RETO PARA MÉXICO Y EL MUNDO. Recuperado de: <http://www.comunicacion.amc.edu.mx/comunicados/control-de-plagas-un-reto-para-mexico-y-el-mundo>
- SEDATU / SEMARNAT / GIZ. (2017). Guía Metodológica: Elaboración y Actualización de Programas Municipales de Desarrollo Urbano (PMDUs). Ciudad de México, México.
- SEDATU-SEMARNAT-GIZ. (2017). Guía Metodológica: Elaboración y Actualización de Programas Municipales de Desarrollo Urbano (PMDUs). Ciudad de México.
- SEDESOL. (2010). Diagnóstico nacional de los asentamientos humanos ante el riesgo de desastres. Obtenido de http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/dgap/diagnostico/Diagnostico_PRAH.pdf
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). (s.f.). Tomo III. Comercio y Abasto.
- Secretaría de Gobernación. (SEGOB). (2016). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Valle de Banderas, clave 1807, en el Estado de Nayarit, Región Hidrológico-Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico.: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5455511&fecha=04/10/2016
- SEMAR. (2015). SEMAR. Recuperado el 2018 de agosto de 26, de <https://www.gob.mx/semar/acciones-y-programas/historia-de-los-tsunamis-en-mexico>
- SEMAR. (2016). Obtenido de SEMAR: <https://digaohm.semar.gob.mx/cat/tsunami.html>
- SEMARNAT. (28 de noviembre de 2015). Gobierno de la República. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-retc>
- SEMARNAT. (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México: Semarnat.
- Shettino, M. P. (2007). habitat. Recuperado de habitat: <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-transporte-publico-urbano.html>
- Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. (1999). Tomo V. Recreación y Deporte.
- Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. (1999). Estructura del sistema normativo. Obtenido de www.inapam.gob.mx.

- UNAM. (2018). Capítulo 2. El potencial de la radiación solar. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/277/A5.pdf>
- Unión., C. d. (2018). LEY GENERAL DE CULTURA FÍSICA Y DEPORTE. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2018). Epicentros. Recuperado el 2018, de Servicio Sismológico Nacional: <http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/>
- Vargas, J. R., & Castañeda, A. R. (2005). Morfología de la ciudad y movilidad interurbana: Guadalajara al borde de la parálisis. Scripta Nova.
- Velázquez, A. M.-S. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del {Bibliography}suelo en México. Gaceta ecológica, (62), 21-37.
- Zaragoza, P. G. (2010). ORDENACIÓN DEL SUELO NO URBANIZABLE. Recuperado de: https://www.zaragoza.es/contenidos/urbanismo/pgouz/memoria/memoria_expositiva/11_memoria_expositiva_tr2002.pdf



H. X. AYUNTAMIENTO
2017 - 2021

Bahía de Banderas 
Juntos progresamos