

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DE TAMAULIPAS

**Primer etapa:
ZONA NORTE**

- I. Propensión a inundaciones**
- II. Vulnerabilidad Social**

Julio 2025



Tamaulipas
Gobierno del Estado





DIRECTORIO

DR. AMÉRICO VILLARREAL ANAYA

GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

LIC. HÉCTOR JOEL VILLEGAS GONZÁLEZ

SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO

LIC. LUIS GERARDO GONZÁLEZ DE LA FUENTE

COORDINADOR ESTATAL DE PROTECCIÓN CIVIL

LIC. MARIKARMEN VÁZQUEZ VILLANUEVA

COORDINADORA GENERAL DE PLANEACIÓN Y PROYECTOS
DE LA SECRETARIA GENERAL DE GOBIERNO

LIC. FRANCISCO VIZCARRA CANTÚ

DIRECTOR DE PLANEACIÓN Y ESTUDIOS

DRA. ANABEL JIMÉNEZ CÓRDOVA

JEFA DEL DEPARTAMENTO
ATLAS Y SISTEMATIZACION DE RIESGOS

Institución ejecutora:
**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL
DESARROLLO EN MÉXICO, PNUD**
DIRECTORIO

LIC. SILVIA AKIE MIZUNO MORIMOTO
REPRESENTANTE RESIDENTE DEL PNUD EN MÉXICO

M.C. FERNANDO CAMACHO RICO
OFICIAL DE PROGRAMAS DE AMBIENTE, ENERGIA Y RESILIENCIA

MTRO. XAVIER MOYA GARCIA
COORDINADOR ESTRATÉGICO REDUCCIÓN DE RIESGOS Y RESILIENCIA

DR. GONTRÁN VILLALOBOS SÁNCHEZ
ESPECIALISTA EN REDUCCIÓN DE RIESGOS Y RECUPERACIÓN

M.C. JUAN PAULO CARBAJAL BORGES
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

**Estudio realizado gracias al apoyo del C. Gobernador del
Estado Dr. Américo Villarreal Anaya, con participación
de la Secretaría General de Gobierno y la Coordinación
Estatatal de Protección Civil.**

Julio del 2025

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
I. PROPENSIÓN A INUNDACIONES	
I.1 JUSTIFICACIÓN.....	1
I.2 OBJETIVOS.....	3
I.3 ÁREA DE ESTUDIO	5
I.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA EL ESTUDIO DE LA PROPENSIÓN A INUNDACIONES.....	7
I.5 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE PROPENSIÓN A INUNDACIÓN DE LOS MUNICIPIOS FRONTERIZOS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS	11
I.6 ANÁLISIS DE SUPERPOSICIÓN	42
I.7 REFINAMIENTO Y POSPROCESAMIENTO	44
I.8 RESULTADOS.....	47
I.8.1 NUEVO LAREDO	50
I.8.2 GUERRERO	52
I.8.3 MIER.....	54
I.8.4 MIGUEL ALEMÁN	56
I.8.4 CAMARGO.....	59
I.8.5 GUSTAVO DÍAZ ORDAZ.....	60
I.8.6 REYNOSA	62
I.8.7 RÍO BRAVO	65
I.8.9 VALLE HERMOSO.....	67
I.9.10 MATAMOROS	70
I.I.9 CONCLUSIONES.....	73
I.10 BIBLIOGRAFÍA.....	89
II. VULNERABILIDAD SOCIAL	
II. 1. INTRODUCCIÓN.....	94
II. 2. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SOCIAL	96
II. 2.1. INDICADORES DE CONDICIONES SOCIOECONÓMICOS.....	98
II. 2.1.1. SALUD	99
II. 2.1.2. EDUCACIÓN	103
II. 2.1.3. VIVIENDA	105
II. 2.1.4. EMPLEO E INGRESOS.....	111
II. 2.1.5. POBLACIÓN	114
II. 2.2. CAPACIDAD DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA INSTITUCIONAL.....	115
II. 2.3. MEDICIÓN DE LA PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO DE LA POBLACIÓN	118
II. 2.4. ESTIMACIÓN DE LOS INDICADORES	123

II. 3. RESULTADOS.....	124
II. 3.1. INDICADORES DE CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS	124
II. 3.2. CAPACIDADES MUNICIPALES PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIA.....	126
II. 3.2.1. INSTRUMENTOS INSTITUCIONALES	127
II. 3.2.2. MECANISMOS Y HERRAMIENTAS	128
II. 3.2.3. COORDINACIÓN Y CAPACIDADES	128
II. 3.2.4. RECOMENDACIONES.....	129
II. 3.2.5. GRADO DE CAPACIDAD DE RESPUESTA	130
II. 3.3. PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO	131
II. 3.3.1. CAMARGO	134
II. 3.3.2. GUERRERO	136
II. 3.3.3. GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	137
II. 3.3.4. MATAMOROS.....	138
II. 3.3.5. MIER	139
II. 3.3.6. MIGUEL ALEMÁN.....	141
II. 3.3.7. NUEVO LAREDO	142
II. 3.3.8. REYNOSA.....	143
II. 3.3.9. RÍO BRAVO.....	145
II. 3.3.10. VALLE HERMOSO	146
II. 3.3.11. GRADO DE PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO.....	147
II. 4. GRADO DE VULNERABILIDAD SOCIAL MUNICIPAL	148
II. 4.1. CAMARGO	151
II. 4.2. GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	152
II. 4.3. MIGUEL ALEMÁN.....	153
II. 4.4. MIER	153
II. 4.5. GUERRERO	154
II. 4.6. NUEVO LAREDO	155
II. 4.7. RÍO BRAVO.....	155
II. 4.8. REYNOSA.....	156
II. 4.9. MATAMOROS.....	157
II. 4.10. VALLE HERMOSO	158
II. 5. MAPAS DE VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA A NIVEL MANZANA GEOESTADÍSTICA.....	159
II. 5.1. CAMARGO	161
II. 5.2. GUERRERO	162
II. 5.3. GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	163
II. 5.4. MIER	163
II. 5.5. MIGUEL ALEMÁN.....	164
II. 5.6. MATAMOROS.....	154
II. 5.7. NUEVO LAREDO	165
II. 5.8. REYNOSA.....	166
II. 5.9. RÍO BRAVO.....	166
II. 5.10. VALLE HERMOSO	167
II. 6. CONCLUSIONES.....	168
II.7. BIBLIOGRAFÍA.....	171

ÍNDICE DE TABLAS

	Página	
I. PROPENSIÓN A INUNDACIONES		
Tabla 1	Superficie total del área de estudio y desagregada por municipio.....	6
Tabla 2	Capas de información cartográfica digital que serán el principal insumo para el análisis de propensión a inundaciones	14
Tabla 3	Fechas de inicio y final de eventos extremos relacionados a inundaciones obtenidas de la base de datos del Sistema de Consulta de Declaratorias del Atlas Nacional de Riesgos	15
Tabla 4	Escenas de productos satelitales Sentinel-1 identificadas y descargadas para realizar el análisis de inundaciones históricas	17
Tabla 5	Valores de Decibeles (Db) que identifican agua en las escenas de imágenes de radar Sentinel-1.....	20
Tabla 6	Claves de las subcuencas hidrográficas utilizadas	22
Tabla 7	Clasificación usada para ponderar las variables para el análisis.....	27
Tabla 8	Ponderación de áreas inundadas por eventos extremos históricos.....	28
Tabla 9	Ponderación de la capa de peligro por inundación proveniente del atlas de riesgo de estado de Tamaulipas.....	30
Tabla 10	Tabla de ponderación para los valores de recurrencia de agua de la iniciativa GSW	32
Tabla 11	Ponderación para el tipo de cuerpo de agua de la red hidrográfica 2.0 del INEGI32	
Tabla 12	Ponderación de la capa combinada corrientes de agua y canales superficiales construida a partir de la red hidrográfica 2.0 del INEGI y el conjunto de datos vectoriales hidrográficos de la SEDENA	33
Tabla 13	Ponderación de las categorías de la capa de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI	34
Tabla 14	Ponderación de la presencia o ausencia de humedales para el área de estudio... 35	
Tabla 15	Ponderación en su influencia a inundaciones de los tipos de suelo dominantes y secundarios presentes en el área de estudio.....	36
Tabla 16	Ponderación del rango de pendiente utilizada para este estudio.....	38
Tabla 17	Ponderación de la capa de presencia de depresiones	39
Tabla 18	Ponderación del tipo de roca presente en el área de estudio	40
Tabla 19	Asignación de pesos para cada variable utilizados para el análisis de suma ponderada	43
Tabla 20	Tabla de reclasificación, a través del método de cuantiles, de los valores resultantes del análisis de superposición ponderada.....	44
Tabla 21	Procedimiento de generalización de mapa de propensión a inundaciones.....	45
II. VULNERABILIDAD SOCIAL		
Tabla 1	Médicos cada 1,000 habitantes	99

Tabla 2	Médicos disponibles en unidades de consulta externa y hospitales para localidades y municipios fronterizos	100
Tabla 3	Tasa de mortalidad infantil.....	102
Tabla 4	Porcentaje de población no derechohabiente	102
Tabla 5	Porcentaje de analfabetismo	104
Tabla 6	Porcentaje de población de 6 a 14 que asiste a la escuela	105
Tabla 7	Grado promedio escolar.....	105
Tabla 8	Porcentaje de vivienda sin servicio de agua entubada	107
Tabla 9	Porcentaje de vivienda sin servicio de drenaje	107
Tabla 10	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad.....	108
Tabla 11	Porcentajes de viviendas con paredes de material de desecho o láminas de cartón	109
Tabla 12	Porcentajes de viviendas con paredes de material de desecho o láminas de cartón (tomado de: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#tabulados)	109
Tabla 13	Porcentajes de viviendas con piso de tierra.....	109
Tabla 14	Déficit de vivienda.....	111
Tabla 15	Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	112
Tabla 16	Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos en el estado de Tamaulipas durante el segundo semestre del 2024 (Fuente: ENOE)	113
Tabla 17	Razón de dependencia.....	113
Tabla 18	Tasa de desempleo abierto.....	114
Tabla 19	Densidad de población.....	115
Tabla 20	Porcentaje de población que habla alguna lengua indígena	115
Tabla 21	Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas	117
Tabla 22	Tabla de rangos para ponderara el resultado de la encuesta de Capacidad de Prevención y Respuesta	118
Tabla 23	Indicadores para medir la Percepción local del riesgo	119
Tabla 24	Lugar donde se presenta el riesgo identificado	119
Tabla 25	Capacidad de prevención y atención.....	120
Tabla 26	Capacidad de resiliencia.....	121
Tabla 27	Tabla de rangos para la ponderación del componente de Percepción Local del Riesgo	122
Tabla 28	Grado de Vulnerabilidad Social.....	123
Tabla 29	Variables del Censo de Población y Vivienda 2020, solicitadas al INEGI, para la construcción del componente de Vulnerabilidad Social a nivel manzana.....	124
Tabla 30	Puesto, edad y escolaridad de los respondientes de la encuesta de Capacidades de Prevención y Respuesta de la Unidades Municipales de Protección Civil	128
Tabla 31	Capacidad de respuesta a emergencias ponderada por municipio.....	130
Tabla 32	Resultados de rangos y ponderación del análisis de encuestas de Percepción Local del Riesgo	148
Tabla 33	Índice y grado de vulnerabilidad social nivel municipal	151
Tabla 34	Número de manzanas y porcentaje, para cada Grado de Vulnerabilidad Socioeconómica.....	161

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página	
I. PROPENSIÓN A INUNDACIONES		
Imagen 1	Área de estudio, se presentan la división política de los 10 municipios fronterizos (INEGI 2023)	5
Imagen 2	Diagrama de flujo para la generación del mapa de propensión a inundaciones	10
Imagen 3	Áreas identificadas con agua superficial a partir de imágenes satelitales de radar Sentinel-1 de cinco eventos de inundación: I) 8 al 9 de julio de 2021, II) 25 al 26 de julio de 2020, III) 24 de junio de 2019, IV) 20 al 22 de junio de 2018 y V) 26 al 29 de septiembre de 2017.....	29
Imagen 4	Capa ponderada resultante de la integración de los cinco eventos extremos de inundación identificados partir de imágenes de rasar Sentinel-1.....	30
Imagen 5	Capa ponderada de los modelos hidrológicos de inundación recuperado del Atlas de riesgo del estado de Tamaulipas	31
Imagen 6	Capa ponderada de cuerpos de agua, resultado de la integración de cuerpos de agua de la iniciativa Global Surface Water, y la capa de cuerpos de agua de la red hidrográfica 2.0 INEGI	32
Imagen 7	Capa ponderada de corrientes de agua, resultado de la integración de corrientes de agua de la capa de corrientes de agua de la red hidrográfica 2.0 INEGI y red hidrográfica de la SEDENA.....	7
Imagen 8	Capa ponderada de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI	35
Imagen 9	Capa ponderada del modelo cartográfico de humedales	36
Imagen 10	Capa ponderada de tipos de suelo (edafología) serie III del INEGI.....	38
Imagen 11	Capa ponderada de pendientes del terreno obtenido a partir de un MDE-T de alta resolución LiDAR	39
Imagen 12	Capa ponderada de depresiones identificadas a partir de un MDE-T de alta resolución LiDAR	40
Imagen 13	Capa ponderada de la variable tipo de roca (litología)	41
Imagen 14	Gráfica comparativa de ponderaciones de las variables utilizadas en este estudio con respecto a una revisión de 13 estudios recientes	42
Imagen 15	Distribución porcentual de los niveles de propensión obtenidos para el área de estudio	47
Imagen 16	Porcentaje de los 5 niveles de propensión para los 10 municipios del área de estudio. El orden de los municipios se presenta según distribución geográfica norte-sur	48
Imagen 17	Mapa de propensión a inundaciones para la superficie de los municipios fronterizos del estado de Tamaulipas.....	49
Imagen 18	Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	50
Imagen 19	Mapa de propensión de inundación para el municipio de Nuevo Laredo.....	51
Imagen 20	Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	52

Imagen 21 Mapa de propensión de inundación para el municipio de Guerrero.....	53
Imagen 22 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal.....	54
Imagen 23 Mapa de propensión de inundación para el municipio de Mier	55
Imagen 24 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal.....	56
Imagen 25 Mapa de propensión de inundación para el municipio Miguel Alemán.....	58
Imagen 26 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	59
Imagen 27 Mapa de propensión de inundación para el municipio Camargo.....	60
Imagen 28 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	61
Imagen 29 Mapa de propensión de inundación para el municipio Gustavo Díaz Ordaz.....	62
Imagen 30 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	62
Imagen 31 Mapa de propensión de inundación para el municipio Reynosa	64
Imagen 32 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	65
Imagen 33 Mapa de propensión de inundación para el municipio Río Bravo.....	66
Imagen 34 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	67
Imagen 35 Mapa de propensión de inundación para el municipio Valle Hermoso.....	69
Imagen 36 Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal	70
Imagen 37 Mapa de propensión de inundación para el municipio de Matamoros.....	71

II. VULNERABILIDAD SOCIAL

Imagen 1 Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas	132
Imagen 2 Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas	133
Imagen 3 Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas	134
Imagen 4 Grado de Vulnerabilidad Social a nivel municipal	150
Imagen 5 Mapa general del grado de vulnerabilidad socioeconómica a nivel manzana para los municipios fronterizos de Tamaulipas	159

I. PROPENSIÓN A INUNDACIONES

I. 1. JUSTIFICACIÓN

En México, la Ley General de Protección Civil (DOF, 2021) establece que los Atlas de Riesgo (AR) “...constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo...”. Es decir, su consulta es fundamental en todos los aspectos relacionados con la gestión del territorio. La misma ley indica la responsabilidad que tienen las autoridades de integrarlos con “información a nivel nacional, de las entidades federativas, municipales y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México”. Además, por la naturaleza dinámica del riesgo, deberán estar actualizados de manera permanente, al menos cada 5 años (para el caso de los riesgos más dinámicos o cuando una acelerada expansión territorial así lo requiera) (DOF, 2021). De manera más reciente, a partir del año 2021, contar con un AR actualizado es un requisito esencial de municipios y estados para el desarrollo de obras y acciones de reducción del riesgo, financiados por el gobierno federal.

Así, los AR se han constituido como uno de los instrumentos que el gobierno mexicano ha privilegiado para desarrollar la política pública relacionada al ordenamiento de los asentamientos humanos y la ocupación del territorio. Lo anterior es relevante, pues en México, los municipios y estados son los principales actores en la regulación del territorio. Es decir, son las instituciones en las cuales se concretan las políticas de ordenamiento territorial dadas sus atribuciones de zonificación del uso de suelo y jurisdicción sobre el otorgamiento de servicios públicos básicos e infraestructura (Ruiz Rivera et al., 2015).

Por su parte, dentro del marco de las políticas de desarrollo sostenible, los AR permiten potencializar los recursos que tiene un territorio (humanos, de infraestructura, económicos, naturales o geográficos), así como dirigir de manera correcta las inversiones tanto públicas como privadas. Al identificar los riesgos a los que se está expuesto, se puede reconocer las vulnerabilidades y construir soluciones para reducir los efectos negativos (daños y pérdidas); es decir, implementar acciones de prevención y/o mitigación. Lo anterior toma relevancia si consideramos que el municipio, y posteriormente el estado, son los otorgantes primarios de los servicios de protección civil y, por lo tanto, el primer y segundo responsable

en términos de estructura operativa y gubernamental para prevenir, gestionar y mitigar los riesgos (Ruiz Rivera et al., 2015; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

Además, los AR son instrumentos que contribuyen a identificar medidas para la adaptación al Cambio Climático. Las nuevas condiciones climáticas están exacerbando el riesgo de desastres a través del aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, las alteraciones en los patrones de precipitación y el aumento del nivel del mar. La Organización Meteorológica Mundial ha calculado que el impacto de un solo huracán de gran potencia puede dar lugar a una reducción de hasta un 80 % del producto interno bruto anual de un país o región (OMM, 2021). Lo anterior destaca la importancia de fortalecer la resiliencia de las comunidades e instituciones. Algunos aspectos en que los AR resultan relevantes en este contexto son: identificación de áreas vulnerables, evaluación de riesgos, alerta temprana, planificación para la adaptación, y la comunicación y sensibilización del riesgo.

I. 2. OBJETIVOS

De este modo, **este estudio tiene como objetivo contribuir en la identificación del nivel de propensión a inundaciones (fluviales, lacustres, pluviales y costeras) y caracterizar la vulnerabilidad social asociada a la misma, en los municipios fronterizos del estado de Tamaulipas: Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros.** Con esto, se pretende actualizar y aportar conocimientos complementarios para a la sección de inundaciones del Atlas Estatal de Riesgo del estado de Tamaulipas, el cual fue publicado en el año 2010.

En este trabajo se desarrollará el análisis de un mapa de propensión, tomando en cuenta la recomendación de la “Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos 2016”, que en su sección III) Mapas de Susceptibilidad e inciso a) menciona:

“Los mapas de susceptibilidad, para el caso de inestabilidad de laderas *u otro fenómeno cuando así aplique*, contendrán la propensión espacial de que ocurran, considerando la intensidad y variación de sus factores condicionantes. Dicha propensión deberá calcularse utilizando métodos cuantitativos y ser reclasificada para su visualización de acuerdo con los capítulos IV, VII y VIII de la presente Guía, en los temas que así lo establezcan” (DOF, 2016 p.42)

Esta situación se debe a que la extensión y complejidad del área de estudio (aproximadamente 16,864 km²), lo que hace prácticamente imposible aplicar las metodologías sugeridas por la misma guía para inundaciones (pluviales, fluviales, lacustres y costeras). Sobre todo, se ha considerado las limitantes de capacidad de cómputo y calidad de información de campo requerida como la simulación de flujos, batimetrías de cuerpos de agua, modelajes hidráulicos o análisis de velocidades de escurrimientos. Además, la calidad y disponibilidad de datos diarios de estaciones climatológicas para la región es limitada y desactualizada. Así, y en concordancia con el inciso b de la guía, el cual menciona que “En caso de proponer una metodología alterna para generar mapas de susceptibilidad, ésta se podrá utilizar siempre y cuando sea aprobada previamente por el Centro Nacional”; presentamos una metodología de propensión a inundaciones que tiene sus bases en:

- A. Una revisión de estudios científicos actuales sobre susceptibilidad y propensión a inundaciones, publicados en revistas especializadas: Alharbi, 2024; Al-Juaidi, 2023; Allafta y Opp, 2021; Ardila Riaño, 2023; Chávez-Cortés et al., 2017; Edamo et al., 2022; Hutaurok et al., 2020; Kaya y Derin, 2023; Mastrandrea y Ángeles, 2020; Renda, 2017; Varón Gutiérrez et al., 2019; Vojtek y Vojteková, 2019).
- B. Adaptación de las recomendaciones y disposiciones de los documentos oficiales como la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Hidrometeorológicos” publicada por el SSPC y CENAPRED (2021b) y los “Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos” publicado por SEDATU (2018).

I. 3. ÁREA DE ESTUDIO

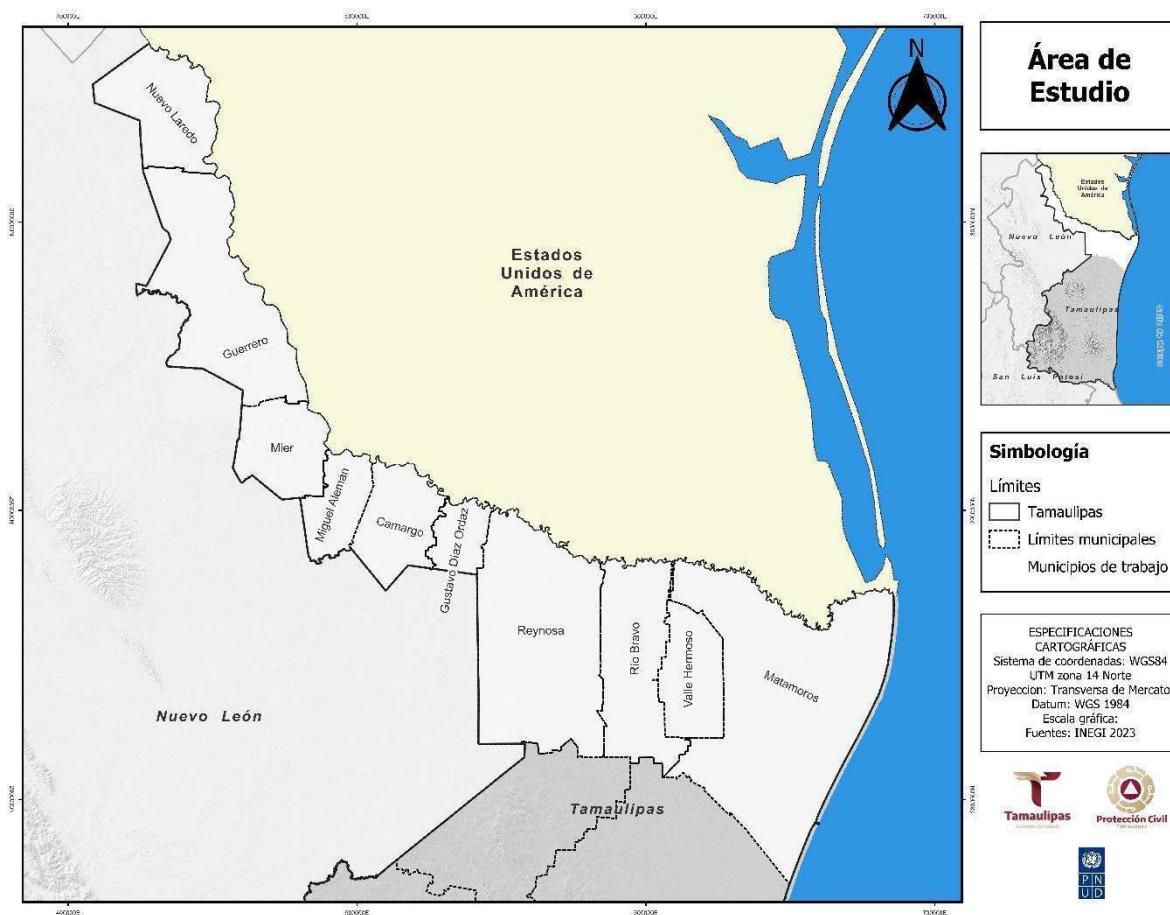


Imagen 1. Área de estudio, se presenta la división política de los 10 municipios fronterizos (INEGI 2023).

El área de estudio se centró en la superficie agrupada de los 10 municipios fronterizos del estado de Tamaulipas, por orden alfabético: Camargo, Guerrero, Gustavo Díaz Ordaz, Matamoros, Mier, Miguel Alemán, Nuevo Laredo, Reynosa, Río Bravo y Valle Hermoso (Imagen 1). Los límites del área de estudio se establecieron a partir de la cartografía digital del Marco Geoestadístico Nacional (MGN) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) actualizado a diciembre de 2023, (<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551067314>).

Según la cartografía digital del MGN, el conjunto de los 10 municipios tiene una superficie de aproximadamente 1,686,415.16 ha (16,864.16 km²) y representan aproximadamente el 21% del territorio total del estado. La variación de superficie municipal va desde las

464,347.14 ha (4,643.47 km²) para el municipio mayor, Matamoros, hasta las 43,248.62 ha (432.49 km²) para el municipio más pequeño, Gustavo Díaz Ordaz (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie total del área de estudio y desagregada por municipio

Municipio	Área (ha)	Porcentaje del total estatal	Población (2020)	Número de localidades (2020)
Matamoros	464,347.14	5.8%	541,979	610
Reynosa	314,693.31	3.9%	704,767	278
Guerrero	244,156.06	3.0%	3,803	259
Río Bravo	158,370.47	2.0%	132,484	352
Nuevo Laredo	122,402.98	1.5%	425,058	29
Camargo	93,043.16	1.2%	16,546	192
Mier	92,290.76	1.1%	6,385	91
Valle Hermoso	89,975.29	1.1%	60,055	240
Miguel Alemán	63,887.37	0.8%	26,237	125
Gustavo Díaz Ordaz	43,248.62	0.5%	15,677	73
TOTAL	1,686,415.16	21.0%	1,932,991	2,249

Según el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021), la población total de la región que ocupan los municipios de estudio es de 1,932,991 personas, lo que supone el 54.8% de la población total del estado. Reynosa es el municipio más poblado con 704,767 habitantes, mientras que el menos poblado es Guerrero, con 3,803 habitantes. El total de localidades que se distribuyen en los municipios de estudio es de 2,249, representando el 34.2% del total de localidades del estado. El municipio de Matamoros es el que presenta un mayor número de localidades con 610. Por su parte, el municipio Gustavo Díaz Ordaz es el que tiene menos localidades con 73 (Tabla 1).

I. 4. MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA EL ESTUDIO DE LA PROPENSIÓN A INUNDACIONES

La identificación de áreas propensas a inundaciones es una herramienta que cumple con las condiciones necesarias para la gestión de riesgos, la planificación urbana y la protección de comunidades y ecosistemas vulnerables. Si bien las inundaciones se pueden predecir utilizando modelos hidráulicos e hidrológicos, sus requerimientos en términos de recursos computacionales y disponibilidad de datos detallados restringen su aplicación a porciones muy focalizadas del territorio donde existe infraestructura específica o población altamente expuesta. A razón de lo anterior, estos métodos no son capaces de realizar estimaciones espacio-temporales rápidas y confiables en áreas extensas (Edamo et al., 2022; Kaya y Derin, 2023).

No existe un único mejor modelo para el estudio de inundaciones. Más bien, hay muchas soluciones plausibles, dependiendo del propósito y la complejidad necesaria. Por ejemplo, la literatura al respecto ha desarrollado la combinación de métodos heurísticos que combinan variables geoespaciales y de teledetección (imágenes de sensores de radar o infrarrojos), junto con el uso de modelos hidráulicos o hidrológicos predictivos para mejorar la identificación a gran escala sobre los riesgos de inundación. Esto puede ser una forma de abordar las lagunas actuales en la cartografía de inundaciones, disminuir los requisitos de dependencia de datos (Alharbi, 2024; Al-Juaidi, 2023; Cinelli et al., 2014; Edamo et al., 2022; Hutaurok et al., 2020; Varón Gutiérrez et al., 2019).

Por otro lado, una de las grandes fortalezas del análisis heurístico para el estudio de la propensión a inundaciones, es su capacidad para integrar múltiples variables que influyen en los procesos de inundación. Esta integración permite un enfoque más holístico y realista, superando las limitaciones de métodos que podrían considerar estos factores de manera aislada o que requiere datos difíciles de obtener o con poca disponibilidad. Además, los análisis de propensión a inundaciones son adaptables y escalables, lo que permite su aplicación en diferentes contextos geográficos y a distintas escalas (Edamo et al., 2022; Kaya y Derin, 2023; Singh et al., 2021).

Dentro los enfoques heurísticos, los Análisis Multicriterio (AMC) se ha considerado un método adecuado para realizar la cartografía de propensión a inundaciones debido a su flexibilidad y la posibilidad de facilitar el diálogo entre partes interesadas, analistas, científicos y tomadores de decisiones. Revisiones recientes indican que el método AMC podría usarse para superar o complementar las limitaciones de los modelos hidrodinámicos (Cinelli et al., 2014; Kaya y Derin, 2023; Odu, 2019). Como resultado, el AMC ha ganado una aceptación generalizada como una técnica útil para evaluar problemas de decisión complejos (El-Hamid et al., 2019; Kaya y Derin, 2023). Una de las estrategias de AMC es el Proceso de Jerarquía Analítica (PJA), que es un procedimiento de toma de decisiones que implica la combinación de múltiples criterios de elección en una jerarquía (Wind y Saaty, 1980). Este proceso es particularmente útil en situaciones donde la decisión depende de múltiples factores que necesitan ser ponderados y evaluados. En el contexto de análisis de propensión de inundaciones, el PJA se emplea para evaluar y priorizar diferentes variables que contribuyen al riesgo de inundación. Sin embargo, la disponibilidad de datos para numerosos elementos o variables, su calidad y las condiciones geográficas, también juegan un papel en el esfuerzo por construir un mapa preciso de propensión a inundaciones. (Kaya y Derin, 2023; Parsian et al., 2021; Risi et al., 2018; Sepehri et al., 2020; Singh et al., 2021; Tehrany et al., 2014, 2019).

Para el caso de este estudio, se realizó un enfoque de Análisis Multicriterio (AMC) el cual se llevó a cabo mediante el procedimiento de superposición de capas ponderadas con la herramienta “Suma Ponderada” en Sistemas de Información Geográfica (SIG). La superposición es una técnica comúnmente utilizada en el análisis de riesgos para estimar la propensión a diversos fenómenos, incluidas las inundaciones. Este enfoque se basa en la premisa de que varios factores geoespaciales pueden influir en la propensión a las inundaciones, y que asignar pesos a estas capas de acuerdo con su importancia relativa ayuda a obtener una evaluación más precisa y detallada. La asignación de pesos a diferentes criterios o variables se eligen en función de su relevancia en la propensión a inundaciones. Los pesos se determinan utilizando Procesos Jerárquico Analítico, que en este caso se realizó a través de revisión de bibliografía especializada para cada criterio. Una vez que se

asignan los pesos, se combinan utilizando el método de superposición de pesos en un SIG. Este método implica superponer los mapas de criterios ponderados para producir un mapa final de propensión a las inundaciones (Imagen 2) (Abu El-Magd et al., 2020; Alharbi, 2024; Allafta y Opp, 2021; Ardila Riaño, 2023; Chávez-Cortés et al., 2017; Cinelli et al., 2014; Kaya y Derin, 2023; Mastrandrea y Ángeles, 2020; Singh et al., 2021; Tiriyaki y Karaca, 2018; Vojtek y Vojteková, 2019).



Imagen 2. Diagrama de flujo para la generación del mapa de propensión a inundaciones

I. 5. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE PROPENSIÓN A INUNDACIÓN DE LOS MUNICIPIOS FRONTERIZOS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

A continuación, se describen los pasos la metodología utilizada en este proyecto:

- I. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES RELEVANTES: antes de iniciar el análisis, es fundamental identificar las variables geográficas que influyen en la propensión a las inundaciones. Estas variables pueden incluir: pendiente y altura del terreno, tipo de suelo y su capacidad de infiltración, inundaciones históricas, proximidad a cuerpos de agua (ríos, lagos, etc.), tipo de cobertura vegetal, tipo de uso del suelo, precipitación pluvial histórica, red de drenaje, geología y litología del área.
- II. ADQUISICIÓN Y PREPROCESAMIENTO DE DATOS: una vez identificadas las variables relevantes, se procede a recopilar los datos correspondientes desde diversas fuentes, como imágenes satelitales, mapas topográficos, datos climáticos, registros históricos de inundaciones, entre otros. Estos datos deben ser preprocesados para corregir errores, eliminar valores atípicos y homogeneizar la resolución espacial y temporal de las capas.
- III. ASIGNACIÓN DE PESOS: se asignan pesos a cada variable en función de su importancia relativa en la propensión a las inundaciones. Estos pesos pueden ser determinados subjetivamente por expertos en el campo o mediante técnicas cuantitativas, como el análisis multicriterio, que considera criterios como la capacidad predictiva y la incertidumbre de los datos.
- IV. ANÁLISIS DE SUPERPOSICIÓN DE CAPAS: una vez asignados los pesos, se procede a la superposición ponderada de las capas. Esto implica combinar las capas de datos normalizadas utilizando operaciones matemáticas ponderadas, en este caso se aplicará la suma ponderada o el producto ponderado, para obtener un mapa de propensión a las inundaciones.
- V. RESULTADOS: el mapa resultante de propensión a las inundaciones se analiza para identificar y delimitar las áreas con mayor riesgo de inundación. Se pueden definir distintos niveles de riesgo en función de la intensidad de la superposición de los factores

de riesgo. Además, es posible realizar análisis adicionales, como la identificación de áreas críticas o la evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura y la población.

- VI. VALIDACIÓN Y REFINAMIENTO: Los resultados obtenidos se validan mediante comparación con datos de inundaciones históricas o con información obtenida en campo. Si es necesario, se pueden realizar ajustes en los pesos asignados o en la selección de variables para mejorar la precisión del modelo.
- VII. GENERACIÓN DE PRODUCTOS Y REPORTES: Finalmente, se generan mapas y reportes que resuman los resultados del análisis de propensión a las inundaciones.

En resumen, la metodología de superposición ponderada de capas en SIG para el análisis de propensión a inundaciones es un enfoque sistemático y robusto que integra múltiples variables geográficas para evaluar y mapear el riesgo de inundación en un área determinada. Este enfoque proporciona una herramienta poderosa para la gestión del riesgo de inundaciones y la planificación del uso del suelo en zonas vulnerables a este tipo de eventos naturales. A continuación, se desarrolla cada uno de los pasos metodológicos del estudio.

I. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES RELEVANTES

Las necesidades planteadas para la actualización de los mapas de inundación para los municipios fronterizos del norte del estado (Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros); consistió en contar con una herramienta cartográfica que permite identificar con la mayor resolución posible, qué zonas pueden ser más afectadas por este tipo de fenómenos.

Actualmente existe una serie de productos satelitales y cartográficos, que permiten realizar análisis con gran resolución y detalle, hasta de 10 m de resolución (Fernández-Ordoñez et al., 2020; León Taquia, 2015; ONU-SPIDER, 2020). Para el presente estudio, se realizó una revisión de diferentes fuentes de información como: imágenes satelitales, Modelos Digitales de Elevación tipo terreno de alta definición, y productos cartográficos oficiales y de acceso libre (tipo de suelo y vegetación, litología, edafología, etc.), además, se incorporó información proveniente del Atlas de Riesgo (modelos de hidráulicos) del estado. Lo

anterior permitió contar con una amplia diversidad de variables asociadas a la inundación, y así, poder realizar un análisis complejo y de buena resolución que pueda identificar zonas con diferentes niveles de propensión a inundación.

En el marco de la investigación, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los parámetros seleccionados para este tipo de metodologías. Se consultaron fuentes relacionadas con análisis de propensión y susceptibilidad a inundaciones de guías oficiales y artículos científicos arbitrados (Abdulrahman y Bwambale, 2021b; Alharbi, 2024; Al-Juaidi, 2023; Allafta y Opp, 2021; Ardila Riaño, 2023; Chávez-Cortés et al., 2017; DOF, 2016; Edamo et al., 2022; Kaya y Derin, 2023; Mastrandrea y Ángeles, 2020; Moncada y Ojeda, 2018; SEDATU et al., 2018; SSPC y CENAPRED, 2021; Varón Gutiérrez et al., 2019; Vojtek y Vojteková, 2019). De este modo, se identificó la disponibilidad de 14 fuentes de información cartográfica digital de relevancia para la propensión y/o susceptibilidad de inundaciones (Tabla 2).

Tabla 2. Capas de información cartográfica digital que serán el principal insumo para el análisis de propensión a inundaciones

Número	Componente	Capa	Tipo de información	Resolución o escala	Año	Fuente
1	Eventos históricos de inundación	Áreas inundadas por eventos históricos detectados a partir de imágenes satelitales de radar	Esta capa se obtendrá a partir de análisis realizado exprofeso para este estudio, con fechas asociadas a eventos extremos de precipitación	60 x 60 m	Según disponibilidad (2015 - presente)	Sentinel - 1 (SAR)
2		Áreas inundadas por eventos históricos detectados a partir de sensores de ópticos infrarrojos*	Esta capa se obtendrá a partir de análisis realizado exprofeso para este estudio, con fechas asociadas a eventos extremos de precipitación	60 x 60 m	Según disponibilidad (2012 - presente)	Sentinel - 2 (IR)*
3	Modelos de inundación	Modelos de peligro por inundación municipales	Información de modelos hidráulicos e hidrológicos de peligro por inundación municipales	1:50,000	2009	Atlas Municipales de Riesgos
4	Hidrografía	Recurrencia de presencia de agua	Recurrencia anual promedio de agua detectada para el periodo 1984-2022. Esta información es obtenida de los satélites ópticos Landsat 5, 7 y 8	30 x 30 m	1984 -2022	Global Surface Water
5		Extensión máxima de agua superficial	Máxima extensión de agua detectada para el periodo 1984-2022. La información es obtenida de los satélites ópticos Landsat 5, 7 y 8	30 x 30 m	1984 -2022	Global Surface Water
6		Cuerpos y corrientes de agua	Cuerpos y corrientes de agua permanentes e intermitentes de la Red Hidrográfica 2.0 del INEGI, actualizada.	1:50,000	2014	INEGI
7			Cuerpos y corrientes de agua permanentes e intermitentes de la Red Hidrográfica de la SEDENA 2020	1:50,000	2020	SEDENA
8	Ambiente	Uso de suelo y vegetación	Serie VII	1:250,000	2018	INEGI
9		Modelo Cartográfico de Humedales	Contienen información sobre los límites de los humedales actualizados con fotointerpretación de imágenes de satélite Rapid Eye del año 2012. Los Conjuntos de Datos contienen la ubicación, distribución, extensión y clasificación de los humedales	1:50,000	2014	INEGI
10		Edafología	Conjunto de datos edafológicos Serie III	1:250,000	2024	INEGI
11	Geomorfología	Modelo Digital de Elevación tipo Terreno	Modelo Digital de Elevación tipo Terreno (MDE-T) de alta definición a partir de vuelos LiDAR	5 x 5 m	2012 - 2014	INEGI
12		Pendiente	Obtenida a partir del MDE-T de alta definición (LiDAR).	5 x 5 m	2012 - 2014	INEGI
13		Depresiones	A partir del análisis del MDE-T, se identificarán las principales zonas de depresión que pueden ser propensas a inundaciones por eventos de lluvia extrema	5 x 5 m	2012 - 2014	INEGI
14		Litología	Continúo Nacional de Geología de la República Mexicana	1:250,000	2005	Servicio Geológico Mexicano

*Debido a la naturaleza de los sensores ópticos, que pueden ser bloqueados por eventos climáticos como nubes y vapor de agua, no se pudo identificar alguna escena cercana a las fechas de inundaciones máxima (Tabla 3) que presente un porcentaje de visibilidad suficiente para realizar análisis. Por lo tanto, se descartó esta fuente de información.

II. ADQUISICIÓN Y PRE-PROCESAMIENTO DE DATOS

La adquisición y preprocesamiento de las capas de información de cada componente requirió diferentes procedimientos. A continuación, se describen cada uno de ellos:

Áreas inundadas por eventos históricos extremos a partir de imágenes satelitales de radar

Sentinel-1

La información sobre eventos históricos de inundación se obtuvo a través de una revisión de las declaratorias de desastre relacionadas con eventos hidrometeorológicos como inundaciones, lluvias extremas y ciclones tropicales. Así, se realizó una revisión de los eventos extremos en la base de datos oficial del “Sistema de Consulta de Declaratorias” (<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias>) del Atlas Nacional de Riesgos (SEGOB y CENAPRED, 2023) para el periodo diciembre-2000 a febrero-2024 (Tabla 3).

Tabla 3. Fechas de inicio y final de eventos extremos relacionados a inundaciones obtenidas de la base de datos del Sistema de Consulta de Declaratorias del Atlas Nacional de Riesgos.

Número de evento	Fecha inicio	Fecha fin	Fenómeno		Municipios afectados
			Tipo	Nombre	
1	14/08/2000	14/08/2000	Ciclón tropical	Ciclón Barry	Camargo
					Guerrero
					Gustavo Díaz Ordaz
					Matamoros
					Mier
					Miguel Alemán
					Nuevo Laredo
					Reynosa
					Río Bravo
					Valle Hermoso
2	25/10/2002	05/11/2002	Lluvias	Lluvias atípicas	Reynosa
					Río Bravo
					Matamoros
					Mier
					Reynosa
					Río Bravo
					Valle Hermoso
3	20/07/2005	20/07/2005	Ciclón tropical	Ciclón Emily	Reynosa
					Río Bravo
					Matamoros
					Mier
					Reynosa
					Río Bravo
4	18/09/2006	19/09/2006	Lluvias	Frente frío No. 4	Valle Hermoso
					Reynosa
					Río Bravo
					Camargo
					Guerrero
					Gustavo Díaz Ordaz
					Matamoros
5	22/07/2008	22/07/2008	Ciclón tropical	Ciclón Dolly	Mier
					Miguel Alemán
					Nuevo Laredo
					Reynosa

Número de evento	Fecha inicio	Fecha fin	Fenómeno		Municipios afectados
			Tipo	Nombre	
6	30/06/2010	07/07/2010	Ciclón tropical	Lluvia severa provocada por Huracán Alex	Río Bravo
					Valle Hermoso
					Matamoros
					Miguel Alemán
					Río Bravo
					Camargo
					Valle Hermoso
					Gustavo Díaz Ordaz
					Mier
					Nuevo Laredo
7	07/09/2010		Lluvias	Lluvia severa	Reynosa
	14/09/2013	17/09/2013	Lluvias	Lluvia severa	Matamoros
8					Valle Hermoso
9	11/05/2015	12/05/2015	Lluvias	Lluvia severa	Camargo
10	15/05/2015		Inundación	Inundación pluvial	Reynosa
11	24/10/2015		Lluvias	Lluvia severa e inundación pluvial	Matamoros
					Reynosa
					Río Bravo
12	30/10/2015		Lluvias	Lluvia severa	Matamoros
					Valle Hermoso
13	31/05/2016		Lluvias	Lluvia severa	Reynosa
14	26/09/2017	29/09/2017	Lluvias	Lluvia e inundación pluvial y fluvial	Nuevo Laredo
15	20/06/2018	22/06/2018	Lluvias	Lluvia severa	Matamoros
					Reynosa
					Río Bravo
16	24/06/2019		Inundación	Inundación fluvial y pluvial	Reynosa
17	25/07/2020	26/07/2020	Lluvias	Lluvia severa e inundación pluvial	Gustavo Díaz Ordaz
					Reynosa
					Valle Hermoso
18	08/07/2021	09/07/2021	Lluvias	Lluvia severa e inundación pluvial	Matamoros

Con la información anterior, en la aplicación web de la NASA Giovanni (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>), la cual permite tener acceso y visualizar datos climáticos de la constelación de satélites *Global Precipitation Measurement* (GPM) (<https://gpm.nasa.gov/missions/GPM/constellation>). Utilizamos el producto IMERG (<https://gpm.nasa.gov/data/imerg>), el cual es un algoritmo que estima la precipitación sobre la mayoría de la superficie terrestre desde el año 2000. En específico, se consultó el producto “*Multi-satellite precipitation estimate with gauge calibration - Final Run (recommended for general use)*”, con clave de producto: GPM_3IMERGHH v07. Así, para cada evento extremo reportada en las declaratorias (Tabla 3), se selecciona el área de afectación también reportada, en este caso por municipio (Anexo 1).

De este modo, se identificó el día y hora de máxima acumulación de precipitación, por lo tanto, las fechas más adecuadas para realizar la búsqueda y descarga de las imágenes satelitales que mejor capturen los eventos de inundación máxima.

Posteriormente, se procedió a realizar una búsqueda de imágenes de Radar de Apertura Sintética de las misiones Sentinel-1 en la plataforma Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus>). Se identificaron 24 escenas cercanas a cada fecha de evento extremo (Tabla 4). Los sensores de Sentinel-1 proporciona imágenes en polarizaciones duales (HH o VV) y su combinación (HV y VH). La polarización hace referencia la orientación de la transmisión y recepción de onda. Es decir, los pulsos pueden enviarse de forma horizontal (H) o vertical (V) y cada combinación es escrita con la inicial de su transmisión y recepción, por ejemplo, si un pulso es transmitido de forma horizontal y recibido de la misma forma entonces se tiene una polarización HH, mientras que si es transmitido de forma vertical y recibido de forma horizontal entonces se conoce como polarización VH, y así para todas las posibles combinaciones (ARSET-NASA, 2022). En este estudio se eligieron imágenes que permitían una combinación VH, que es la polarización más recomendada para detectar agua en ambientes tropicales (ARSET-NASA, 2019). Así se lograron identificar las siguientes escenas para las imágenes de radar Sentinel-1:

Tabla 4. Escenas de productos satelitales Sentinel-1 identificadas y descargadas para realizar el análisis de inundaciones históricas

Evento extremo	Nombre del producto Sentinel-1
Inundaciones y lluvias severas del 8 al 9 de julio de 2021	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210708T003355_20210708T003420_038679_04907D_AB4B_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210708T003420_20210708T003445_038679_04907D_B020_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210713T004208_20210713T004233_038752_04929F_2B05_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210713T004233_20210713T004258_038752_04929F_1192_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210713T004258_20210713T004323_038752_04929F_927C_Cal_ML_TC
Inundaciones y lluvias severas del 25 al 26 de julio de 2020	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200730T004228_20200730T004253_033677_03E72F_24A1_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200730T004253_20200730T004318_033677_03E72F_DBAA_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200730T004203_20200730T004228_033677_03E72F_3699_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200727T122441_20200727T122506_033640_03E61B_BB4E_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200727T122412_20200727T122441_033640_03E61B_60B6_Cal_ML_TC
Inundaciones del 24 de junio de 2019	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190630T004155_20190630T004220_027902_032668_EA84_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190625T003341_20190625T003406_027829_032444_6E82_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190630T004220_20190630T004245_027902_032668_1231_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190625T003406_20190625T003431_027829_032444_F883_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190625T124012_20190625T124037_027836_03247E_C031_Cal_ML_TC
Lluvias severas e inundaciones del 20 al 22 de junio de 2018	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180620T122426_20180620T122451_022440_026E28_2D5D_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180623T004149_20180623T004214_022477_026F32_A5BA_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180623T004214_20180623T004239_022477_026F32_4336_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180620T122357_20180620T122426_022440_026E28_A2C5_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180623T004239_20180623T004304_022477_026F32_9CF9_Cal_ML_TC

Evento extremo	Nombre del producto Sentinel-1
Lluvias severas e inundaciones del 26 al 29 de septiembre de 2017	S1A_IW_GRDH_1SDV_20170929T122424_20170929T122449_018590_01F56D_B9F7_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20171004T123226_20171004T123251_018663_01F79F_A217_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20170929T122355_20170929T122424_018590_01F56D_75B5_Cal_ML_TC
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20171004T123157_20171004T123226_018663_01F79F_9715_Cal_ML_TC

Para identificar las zonas que se inundan por eventos hidrometeorológicos extremos, se aplicó una metodología que utiliza imágenes satelitales de Radar de Apertura Sintética (SAR, por sus siglas en inglés). Esta metodología ha sido desarrollada y recomendada por la “Plataforma de las Naciones Unidas de Información Obtenida Desde el Espacio para la Gestión de Desastres” y el “Programa de Entrenamiento de Percepción Remota Aplicada” de la NASA, así como diversos centros de investigación alrededor del mundo. Esta metodología es una de las más recomendadas para la evaluación de eventos de desastre que requieren estimar superficies de inundación máximas y sus efectos (ARSET-NASA, 2019, 2022; Fernández-Ordoñez et al., 2020; Mancera Flórez y Lizarazo Salcedo, 2020; ONU-SPIDER, 2016, 2020).

Debido a la naturaleza de las imágenes satélites SAR, resultan ser una herramienta muy adecuada para el mapeo de elementos donde los sensores ópticos no se desempeñan adecuadamente. De manera muy básica, las imágenes de radar se obtienen a través de la emisión de microondas (fragmento del espectro electromagnético) que realiza una antena montada en un satélite artificial. La gran amplitud de oscilación de estas ondas electromagnéticas les permite penetrar casi cualquier objeto que esté presente en la atmósfera y la superficie terrestre, incluso el suelo. Sin embargo, al atravesar estos distintos elementos, las ondas provocan un eco o rebote (retrodispersión) que la antena receptora registra. Cada elemento de la atmósfera y la superficie terrestre genera una retrodispersión particular que puede clasificarse midiendo la longitud, frecuencia y polarización de esa retro-señal. Así, puede identificar y clasificar la vegetación, topografía, suelo, agua e incluso nieve. Como se puede advertir, los sensores SAR pueden funcionar en casi cualquier condición climática y, a diferencia de los sensores ópticos, no depende de la luz solar para registrar información, es decir, funcionan tanto de día como de noche.

Con estas 24 escenas o imágenes de radar, se procedió a obtener el análisis de áreas inundadas en el programa SNAP (Sentinel Application Platform) a través de los siguientes pasos.

Verificación:

- ✓ Abrir imagen en SNAP – Toolbox de la ESA para confirmar que la escena, nivel de procesamiento y bandas necesarias sean las correctas.

Preprocesamiento:

- ✓ Calibración radiométrica. El objetivo es crear una imagen donde el valor del pixel esté relacionado directamente con la retrodispersión de la imagen y evitar distorsiones de las limitantes de los sensores SAR como distorsiones de pérdida de la señal al propagarse, el patrón no uniforme de radiación de la antena, diferencia entre cambios de ganancia, saturación y hasta cierto punto el moteado o speckle.
- ✓ Reducción de *speckle*. El speckle o moteado de las imágenes SAR dificulta la interpretación porque el efecto de “sal y pimienta” corrompe la información del terreno. Para esto se aplicó la herramienta de multilook. Para esto hay que reducir la resolución de la imagen, ya que esta herramienta genera un análisis de valor de los pixeles en un área dada y calcula un valor de esos pixeles en el área dada. En este caso la calidad de la imagen se redimensionó de 10 metros a 60 metros.
- ✓ Calibración geométrica. La imagen de rebote obtenida por el sensor o antena de recepción SAR está invertida, por lo tanto, se tiene que realizar una corrección para que se corrijan las distorsiones como el rango oblicuo, la inversión del relieve, sombras o desplazamiento contra del nadir.
- ✓ Convertir valores de Sigma0 de la banda VH a decibeles (Db), que es la forma correcta de representar valores de retrodispersión.

Análisis:

- ✓ Análisis de histograma. Se realiza una revisión visual del histograma de los valores Db de la banda VH. A partir de esta revisión de los picos de valores que identifican tierra y agua, se definen los valores que separan estos dos elementos.
- ✓ *Threshold*. Una vez identificados los valores que separan agua y tierra del paso anterior, en la herramienta ráster “Band Math” se aplica la siguiente expresión constante para separar los valores que identifican el agua de la tierra:

$$255 * (\text{banda VH en } Db < \text{-valores identificados})$$

Esta ecuación se aplicó para las 24 escenas analizadas, los valores de Db que separan agua superficial y tierra, varían en cada escena debido a diversos factores asociados a la retrodispersión de la señal de radar. En la tabla 5, se presentan los valores de Db que identifican agua para cada una de las escenas.

Tabla 5. Valores de Decibeles (Db) que identifican agua en las escenas de imágenes de radar Sentinel-1

Evento extremo	Nombre del producto Sentinel-1	Db
Inundaciones y lluvias severas del 8 al 9 de julio de 2021	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210708T003355_20210708T003420_038679_04907D_AB4B_Cal_ML_TC	-17.31
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210708T003420_20210708T003445_038679_04907D_B020_Cal_ML_TC	-17.35
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210713T004208_20210713T004233_038752_04929F_2B05_Cal_ML_TC	-19.75
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210713T004233_20210713T004258_038752_04929F_1192_Cal_ML_TC	-21.07
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210713T004258_20210713T004323_038752_04929F_927C_Cal_ML_TC	-20.66
Inundaciones y lluvias severas del 25 al 26 de julio de 2020	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200730T004228_20200730T004253_033677_03E72F_24A1_Cal_ML_TC	-20.66
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200730T004253_20200730T004318_033677_03E72F_DBA9_Cal_ML_TC	-19.87
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200730T004203_20200730T004228_033677_03E72F_3699_Cal_ML_TC	-18.88
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200727T122441_20200727T122506_033640_03E61B_BB4E_Cal_ML_TC	-16.65
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20200727T122412_20200727T122441_033640_03E61B_60B6_Cal_ML_TC	-17.66
Inundaciones del 24 de junio de 2019	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190630T004155_20190630T004220_027902_032668_EA84_Cal_ML_TC	-22.17
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190625T003341_20190625T003406_027829_032444_6E82_Cal_ML_TC	-20.88
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190630T004220_20190630T004245_027902_032668_1231_Cal_ML_TC	-21.19
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190625T003406_20190625T003431_027829_032444_F883_Cal_ML_TC	-18.98
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190625T124012_20190625T124037_027836_03247E_C031_Cal_ML_TC	-21.47
Lluvias severas e inundaciones del 20 al 22 de junio de 2018	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180620T122426_20180620T122451_022440_026E28_2D5D_Cal_ML_TC	-18.04
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180623T004149_20180623T004214_022477_026F32_A5BA_Cal_ML_TC	-19.47
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180623T004214_20180623T004239_022477_026F32_4336_Cal_ML_TC	-20.62
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180620T122357_20180620T122426_022440_026E28_A2C5_Cal_ML_TC	-17.88
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180623T004239_20180623T004304_022477_026F32_9CF9_Cal_ML_TC	-20.72
Lluvias severas e inundaciones del 26 al 29 de septiembre de 2017	S1A_IW_GRDH_1SDV_20170929T122424_20170929T122449_018590_01F56D_B9F7_Cal_ML_TC	-22.3
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20171004T123226_20171004T123251_018663_01F79F_A217_Cal_ML_TC	-20.55
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20170929T122355_20170929T122424_018590_01F56D_75B5_Cal_ML_TC	-22.96
	S1A_IW_GRDH_1SDV_20171004T123157_20171004T123226_018663_01F79F_9715_Cal_ML_TC	-17.01

Finalmente, las 24 escenas fueron exportadas en formato GEOTIFF para ser procesadas en un Sistema de Información Geográfica. En este programa se realizó una unión de las escenas analizadas por evento extremo y éstas se acotaron a los límites del área de estudio.

Mapas de peligro por inundaciones de los atlas municipales de riesgo:

Las capas de información de peligro por inundación de modelos hidráulicos e hidrológicos de los Atlas Municipales de Riesgos del Estado (2009), fueron incorporados a este estudio. Esta decisión se tomó pues se busca robustecer el presente estudio con información detallada, precisa; y que da un mayor peso a zonas identificadas previamente como de alto peligro. Este tipo de mapas de inundación se realizan a través de procesos de modelación complejos para ciertas áreas donde se identifica una alta propensión y/o exposición a inundaciones por parte de la población o infraestructura estratégica.

Recurrencia de presencia de agua / Extensión máxima de agua superficial (GSW):

Para el área de estudio, se descargaron las capas: 4) Recurrencia de presencia de agua y, 5) Extensión máxima de agua superficial de la iniciativa *Global Surface Water* (<https://global-surface-water.appspot.com/download>) (EC, 2022). Esta capa identifica para el periodo de 1984 a 2022, la extensión que ha cubierto el agua superficial alrededor del mundo. La información se obtiene a través de un algoritmo entrenado para detectar agua en espacios abiertos de productos Landsat 5, 7 y 8; con una resolución de 30 m (EC, 2021; Pekel et al., 2016). Sin embargo, al ser un producto obtenido con sensores ópticos, requieren luz solar para su funcionamiento, es decir, presentan un sesgo debido a que no detecta agua en condiciones nubladas o que está bajo el dosel de la vegetación. No obstante, esta información es valiosa y complementaria a los análisis que se llevan a cabo en este estudio, pues GSW concentra casi 27 años de información. Por lo tanto, se incluyó en los análisis debido a que compensa áreas históricamente inundadas pero que la temporalidad de fuentes de información más recientes (como las imágenes SAR) no logran capturar. Para obtener esta capa, simplemente se efectuó, en el programa QGIS, un "Clip" del producto original a los límites políticos del área de estudio.

Cuerpos y corrientes de agua (INEGI):

Desde la página del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas versión 4 (SIATL V.4.0) (https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/) del INEGI, se descargó la información hidrográfica de las dos regiones hidrográficas que se distribuyen en el área de estudio la Bravo Conchas (RH24) y la San Fernando – Soto La Marina (RH25) (Tabla 6). La información que se utilizará para este proyecto son las capas vectoriales tipo polígono de cuerpos de agua (intermitentes y permanentes) y tipo línea de corrientes de agua (intermitentes y permanentes).

Tabla 6. Claves de las subcuencas hidrográficas utilizadas

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Clave
BRAVO CONCHOS	R. BRAVO - MATAMOROS - REYNOSA	R. Bravo - Matamoros	RH24Aa
		R. Bravo - Reynosa	RH24Ab
		R. Bravo - Anzalduas	RH24Ac
	R. BRAVO - SAN JUAN	P. Marte R. Gómez	RH24Ba
		R. San Juan	RH24Bb
	R. BRAVO - SOSA	R. Bravo - Cd. Mier	RH24Ca
		A. Saladito	RH24Cb
		R. Sosa	RH24Cc
		R. Blamo	RH24Cd
	P. FALCON - R. SALADO	P. Falcón	RH24Da
		R. Salado - Las Tortillas	RH24Db
		R. Sabinas Hidalgo	RH24Dl
	R. BRAVO - NUEVO LAREDO	R. Bravo - A. de la Coyota	RH24Ea
		R. Bravo - A. del Carrizo	RH24Eb
SAN FERNANDO - SOTO LA MARINA	LAGUNA MADRE	L. Madre	RH25Ca
	R. SAN FERNANDO	R. San Lorenzo	RH25Dc

Cuerpos y corrientes de agua (SEDENA):

Esta se recuperó de la información en posesión del PNUD. La capa con fecha de edición final el año 2020, contiene datos de polilíneas de la red de drenaje y también de cuerpos de agua construidos por la Secretaría de la Defensa Nacional. Su incorporación fue concretamente para complementar lo información de la red hidrográfica 2.0 del INEGI.

Uso de suelo y vegetación:

El conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación a escala 1:250,000. Serie VII, se obtuvo a través de descarga directa de la página del INEGI:<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781>. Esta capa contiene información del tipo de uso del suelo y la vegetación remanente, fue obtenida a

partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes “geomedianas” con año base 2018, generadas a partir de la constelación satelital LANDSAT en formato multiespectral. Además, esta interpretación está apoyada con trabajos de campo. El conjunto de datos contiene la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos, con sus respectivas variantes en tipos de vegetación, de usos agrícolas, e información ecológica relevante. Dicha información geográfica digital contiene datos estructurados en forma vectorial codificados de acuerdo con el Diccionario de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000 (versión 3) aplicables a las diferentes unidades ecológicas (comunidades vegetales y usos antrópicos) contenidos en el conjunto de datos.

Modelo Cartográfico de Humedales:

Esta capa fue descargada directamente de la página del INEGI:<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807353>. Contiene los Conjuntos de Datos Vectoriales del Modelo Cartográfico de Humedales Escala 1:50 000, con información sobre los límites de los humedales, actualizados con fotointerpretación de imágenes de satélite *Rapid Eye* del año 2012. Los Conjuntos de Datos contienen la ubicación, distribución, extensión y clasificación de los humedales. Estos rasgos son representados digitalmente por un componente geométrico (puntos, líneas o áreas), y un componente descriptivo (los atributos del rasgo).

Edafología:

Para obtener la capa de tipo de suelos (edafología), se descargó del portal del INEGI:<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551118313>. Contiene información actualizada de los diferentes grupos de suelos que existen en el territorio mexicano obtenida durante el período 2013-2020, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo de la WRB 2014 (por sus siglas en inglés). El producto muestra la distribución espacial de los suelos presentes en México.

Modelo Digital de Elevación tipo Terreno de alta definición:

Se realizaron consultas en las bases de datos de la sección de mapas del INEGI. En el apartado de relieve continental, se logró identificar la existencia de cartas escala 1:10,000 de Modelos Digitales de Elevación tipo Terreno (MDE-T) de alta resolución para el área de estudio. Estos MDE-T de alta resolución se obtuvieron a partir de información de sensores LiDAR en recorridos aéreos tripulados. Su resolución es de 5 x 5 metros por pixel y la edición de las cartas es del año 2012 (más información consultar: www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental/default.html#documentacion y www.inegi.org.mx/contenidos/temas/relieve/continental/doc/lidar_alta_resolucion.pdf).

Con ayuda del índice de cartas 1:50,000 y el visor de relieve continental de la página web del INEGI (<https://www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental>), se construyó una tabla para identificar las claves de las cartas 1:10,000 de los MDE-T que cubren la extensión del área de estudio (Anexo 2). De este modo, se identificaron un total de 602 cartas con su clave. Posteriormente, se realizó la descarga de todas estas cartas en formato “GRID” a través de sus códigos de identificación desde la página: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas>.

Las 602 cartas en formato “GRID” fueron proyectadas en el programa QGIS para realizar una revisión visual y comprobar que correspondan al área correcta, además de que no presentar ninguna error o corrupción en su infamación. Con la herramienta ráster “combinar” se realizó la unión de las 602 cartas de para obtener una sola escena, el tipo de datos de salida se mantuvo en “Float32” para respetar la configuración de los datos de origen. Finalmente, en con la herramienta “estadísticas de capa ráster” se generó un reporte de la capa obtenida para verificar que no existan pixeles sin datos, lo cual no fue detectado. De este modo, se obtuvo un MDE-T para el área de estudio, dónde su variación fue de 252.8 metros sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m.) a -1.2 m.s.n.m., con una media de 65.4 y una desviación estándar de 54.7 m.s.n.m.

Pendientes el terreno:

Para obtener el mapa de pendientes, en QGIS, se realizó en análisis de “Pendiente” al MDE-T obtenido en el paso anterior. Se utilizó la fórmula de Zevenbergen y Thorne debido a que esta fórmula es más precisa y menos sensible a los efectos de ruido en los datos de elevación. Es decir, resulta en cálculos más suaves y precisos de la pendiente. Además, es especialmente útil para estudios donde la precisión de la pendiente es crucial. También se habilitó la opción de procesar bordes. La relación de unidades verticales y horizontales se mantuvo en 1 debido a que ambas variables tienen las mismas unidades: metros. Así se obtuvo un mapa de pendientes para el área de estudio con una variación que va de 0 a 75.5° con una media de 1.2°.

Depresiones:

Identificar las áreas cóncavas (depresiones) en un MDE-T es un proceso fundamental en planificación urbana debido a que afectan la gestión de recursos hídricos, la prevención de desastres y el desarrollo sostenible de las ciudades. Las zonas depresiones o sumideros (sinks, en inglés) son áreas donde el agua puede acumularse y estancarse debido a la diferencia negativa de altitud entre estas áreas y el promedio de altura del terreno circundante (Tarboton, 1997). Esto es crucial para el desarrollo de planes de mitigación de inundaciones y la implementación de infraestructuras para el control de inundaciones, pues ayuda a evitar la construcción en zonas de riesgo y a diseñar sistemas de drenaje eficientes. Además, su mapeo contribuye a prevenir y mitigar desastres naturales como inundaciones urbanas, lo que es esencial para la seguridad y bienestar de las comunidades (Doctor y Young, 2013; Maidment, 1993; Newman y Kenworthy, 1999; Pardo-Igúzquiza et al., 2013; Tarboton, 1997). A continuación, se detalla la metodología aplicada para identificar zonas de depresiones (Pardo-Igúzquiza y Dowd, 2021).

- a) En el programa QGIS, se utilizó la herramienta “Fill Sinks” (r.fill.dir) del complemento GRASS para eliminar las “depresiones” naturales del MDE-T de la zona de estudio. Esta herramienta filtra y genera una capa de elevación sin depresión a partir de una capa

ráster de elevación determinada. De este modo, se obtuvo una capa ráster con superficie hidrológicamente “correcta” es decir, sin depresiones (Fill).

- b) Una vez obtenido este MDE-T con sin depresiones (fill), su utilizó la calculadora ráster para restar el MDE-T original y así identificar las áreas que fueron modificadas (depresiones). La capa obtenida de esta diferencia se nombró como “Depresiones”.
- c) Posteriormente se realizó una reclasificación con la herramienta “Reclasificar por capa” de la capa “Depresiones” para obtener una capa final de depresiones con un solo valor que los identifica (5).

Litología:

La capa de tipo de roca se descargó del portal GeoInfoMex (<https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/>) del Servicio Geológico Nacional Mexicano. El Continúo Nacional de Geología de la República Mexicana contiene información geológica obtenidos entre los años 1995 y 2005, generados corresponden a la serie en formato digital de los años 1995 y 2005 realizada por el SGM y 26 de ellos en convenio INEGI-SGM.

Cabe mencionar que para contar con una estandarización en la proyección y sistema de coordenadas de las capas de análisis, todas las capas se reproyectaron al sistema de geodésico WGS 1984 y el sistema de coordenadas UTM zona 14N, pues se considera que es el mejor sistema de representación a escalas regionales para el norte del estado de Tamaulipas. Una vez realizado lo anterior, todas las capas fueron recortadas al área de estudio.

III. ASIGNACIÓN DE PESOS ESPECÍFICOS PARA PONDERACIÓN.

Para evaluar la propensión a inundaciones, se definieron rangos de clasificación que establecen los niveles de influencia de cada una de las variables mencionadas en el apartado anterior. A partir de los resultados de esta clasificación se realizó una reclasificación específica para cada variable. La reclasificación está dada a partir de cinco niveles en escala de importancia, los cuales se determinan como: muy baja, baja, media, alta y muy alta. Cada criterio se clasifica de 1 a 5, respectivamente como indica la tabla 7. Esta escala de ponderación se estandarizó para todas las variables de evaluación de la propensión a inundación. Para esta clasificación se tuvo en cuenta diferentes metodologías por parámetro, lo cual se expone más adelante.

Tabla 7. Clasificación usada para ponderar las variables para el análisis

Ponderación	Nivel de influencia
5	Muy Alto
4	Alto
3	Medio
2	Bajo
1	Muy bajo

Las capas tipo polígono fueron rasterizadas con el valor de la ponderación asignada (de 1 a 5). Para el caso de las capas en formato ráster, se realizó una reclasificación según la ponderación asignada en este apartado. Debido a que la información de las capas ráster aquí presentadas tiene una resolución que va desde los 5 metros a los 60, como estrategia para no perder la calidad de información, y al mismo tiempo homogenizar todas las variables a una misma resolución de píxel; todas las capas se re-escalaron (*ráster*) o rasterizaron (*shapefile*) al tamaño de pixel más grande, es decir, 60 metros.

Áreas inundadas por eventos históricos extremos a partir de imágenes satelitales de radar Sentinel-1:

Los eventos históricos de inundación son uno de los factores determinantes para estimar la propensión de un área. Estos registros permiten identificar patrones de recurrencia y áreas de alta propensión. Incorporar datos históricos mejora la precisión del análisis y facilita la implementación de medidas preventivas adecuadas (ARSET-NASA, 2019; ONU-SPIDER, 2020). De este modo, a partir del análisis de cinco eventos extremos de inundación para el

área de estudio (Tabla 4), se realizó una ponderación que identifica la más alta calificación a las áreas se han inundado según lo mapeado de las imágenes satelitales de radar Sentinel-1 (Tabla 8). Estos cinco eventos de inundación obtenidos mediante el análisis de imágenes de radar Sentinel-1 se combinaron en una sola capa ráster, identificando en valor 1 como suelo sin presencia de agua superficial y 5 como presencia de agua superficial. Esta fue la capa insumo de eventos históricos de inundación que se usó para el análisis de superposición.

Tabla 8. Ponderación de áreas inundadas por eventos extremos históricos

Áreas con presencia de agua superficial identificada a partir de imágenes de radar (Sentinel-1)	Ponderación
Presencia de inundación	5
Ausencia de inundación	1

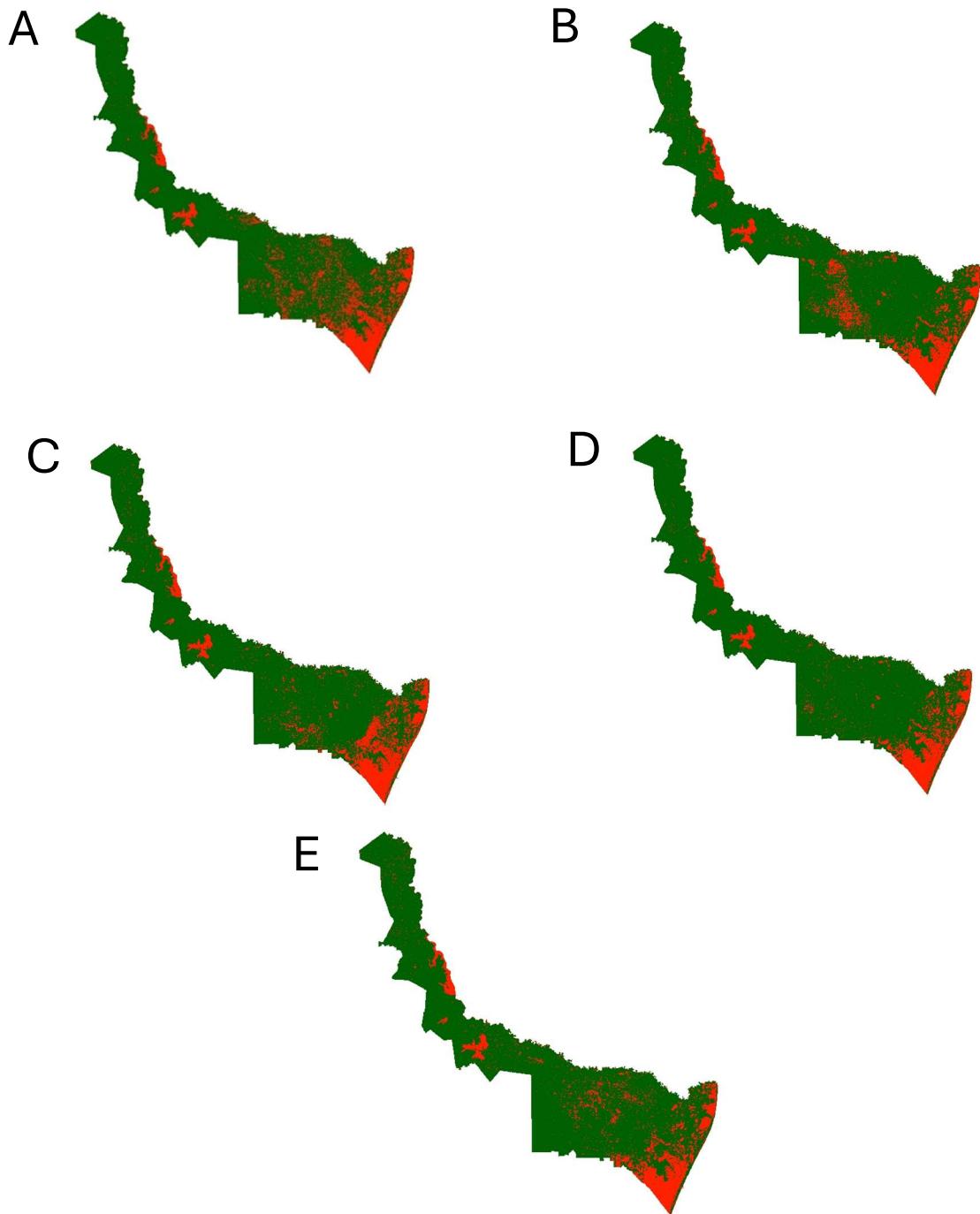


Imagen 3. Áreas identificadas con agua superficial a partir de imágenes satelitales de radar Sentinel-1 de cinco eventos de inundación: I) 8 al 9 de julio de 2021, II) 25 al 26 de julio de 2020, III) 24 de junio de 2019, IV) 20 al 22 de junio de 2018 y V) 26 al 29 de septiembre de 2017..

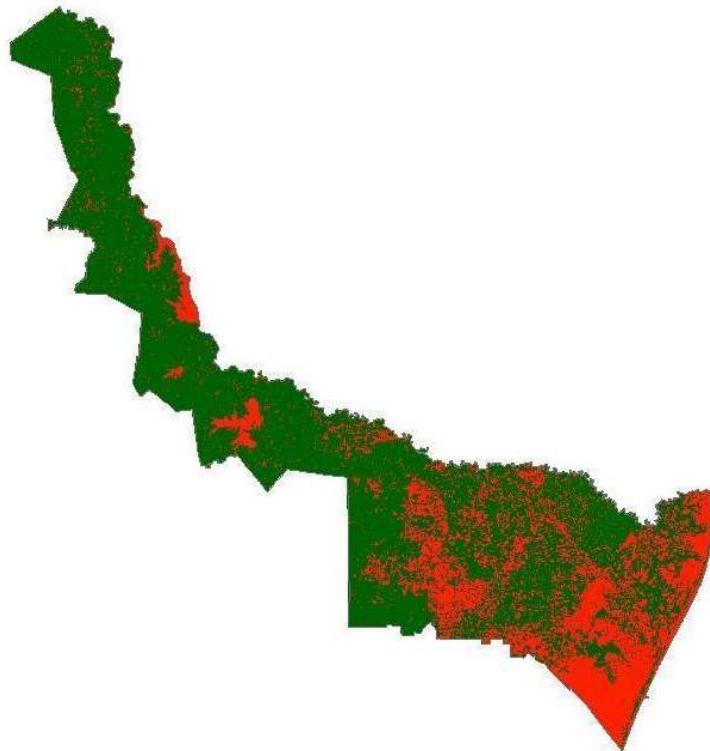


Imagen 4. Capa ponderada resultante de la integración de los cinco eventos extremos de inundación identificados partir de imágenes de rasar Sentinel-1

Modelos de inundación hidrológicos:

Como estrategia para integrar los esfuerzos de identificación de peligro por inundación pasados, se incorporó al análisis los modelos hidrológicos de peligro de los Atlas Municipales de Riesgo (2009). Estos modelos, realizados para peligro por desbordamiento de canales, ríos, y acumulación por escorrimiento, fueron integrados en una sola capa y ponderados, respetando su asignación (Tabla 9 e Imagen 4).

Tabla 9. Ponderación de la capa de peligro por inundación proveniente del atlas de riesgo de estado de Tamaulipas

Peligro a inundaciones - Atlas Estatal 2010	Ponderación
Peligro alto	5
Peligro medio	4
Peligro bajo	3
Ausencia de peligro	1



Imagen 5. Capa ponderada de los modelos hidrológicos de inundación recuperado del Atlas de riesgo del estado de Tamaulipas

Cuerpos de agua (INEGI y GSW)

Para la capa final de cuerpos de agua, se integraron las capas de recurrencia de cuerpos de agua de la iniciativa Global Surface Water, y la capa de cuerpos de agua de la red hidrográfica 2.0 INEGI, con sus respectivas ponderaciones. A continuación, se describe el procedimiento de ponderación para cada capa.

a. Recurrencia de presencia de agua (GSW)

A través del producto recurrencia de agua para el periodo 1984 – 2021 del *Global Surface Water*, se llevó a cabo una ponderación que permite identificar cuál es el régimen estacionalidad de cuerpos de agua. Esto permitió identificar cuáles son las zonas que a lo largo de casi 40 años presentan un comportamiento de agua permanente o casi permanente (>5 meses al año) y cuáles son zonas que podrían identificarse como zona que en algún momento pueden tener presencia de agua. De este modo, la ponderación quedó de la siguiente manera:

Tabla 10. Tabla de ponderación para los valores de recurrencia de agua de la iniciativa GSW

Recurrencia de agua (GSW)	Ponderación
Presencia de agua más de >5 meses del año	5
Presencia de agua <4 meses del año	4
Ausencia de agua	1

b. Cuerpos agua (INEGI)

Del mismo modo, para el caso de cuerpos de agua de la capa proveniente de la red hidrográfica 2.0, se realizó una clasificación relacionada a su permanencia e intermitencia (Tabla 11).

Tabla 11. Ponderación para el tipo de cuerpo de agua de la red hidrográfica 2.0 del INEGI

Red hidrográfica 2.0 (INEGI)	Ponderación
Presencia de cuerpo de agua permanente	5
Cuerpo de agua intermitente	4
Ausencia de cuerpos de agua	1

Finalmente, la capa de cuerpos de agua del INEGI, qué originalmente es de tipo polígono, se rasterizó con un tamaño de pixel de 60 metros para que sea compatible con el producto de recurrencia de agua del GSW (Imagen 5). De este modo, a través de la herramienta calculadora ráster, se realizó una suma de ambas capas. La capa resultante fue reclasificada según la ponderación establecida anteriormente

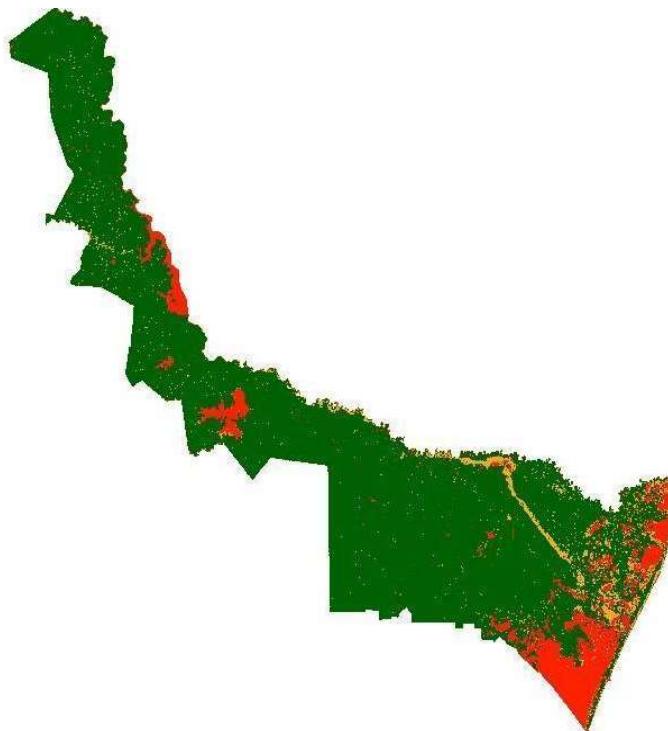


Imagen 6. Capa ponderada de cuerpos de agua, resultado de la integración de cuerpos de agua de la iniciativa Global Surface Water, y la capa de cuerpos de agua de la red hidrográfica 2.0 INEGI

Corrientes de agua y canales superficiales (INEGI y SEDENA)

En el caso de corrientes de agua y canales superficiales, con el objetivo de contar con una red de corrientes de agua actualizada y robusta, se combinaron las capas de corrientes de agua de la red hidrográfica 2.0 del INEGI con el conjunto de datos vectoriales hidrográficos de la SEDENA. Sin embargo, se realizó un análisis de intersección con las herramientas vectoriales de QGIS para evitar la duplicación de elementos de esta red. Es decir, solo se incluyó en la capa final de corrientes de agua y canales (imagen 6), dónde existieran registros que no se compartieran entre ambas capas. Finalmente, de esta combinación, se obtuvo la red de corrientes de agua y canales superficiales. A esta red se le realizó un análisis de distancia euclíadiana, el cuál fue ajustado a una distribución de Jenks de 5 categorías para obtener una ponderación.

Tabla 12. Ponderación de la capa combinada corrientes de agua y canales superficiales construida a partir de la red hidrográfica 2.0 del INEGI y el conjunto de datos vectoriales hidrográficos de la SEDENA

Corrientes de agua permanente	Ponderación
Distancia de 0 a 60 metros	5
Distancia de 61 a 150 metros	4
Distancia de 151 a 390 metros	3
Distancia de 391 a 935 metros	2
Distancias > 936	1

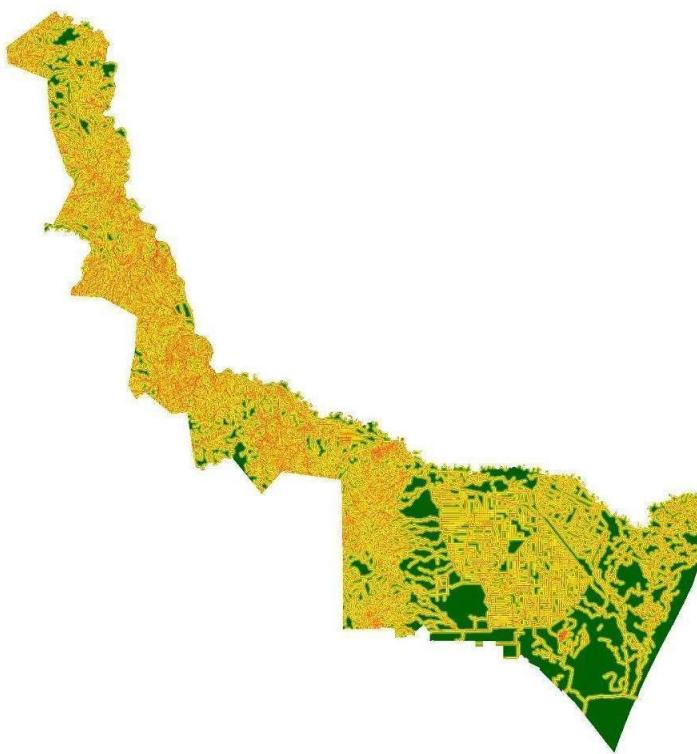


Imagen 7. Capa ponderada de corrientes de agua, resultado de la integración de corrientes de agua de la capa de corrientes de agua de la red hidrográfica 2.0 INEGI y red hidrográfica de la SEDENA

Uso de suelo y vegetación:

Para esta variable se ponderó la asociación de características de la vegetación de la capa Uso de Suelo y Vegetación serie VII (2018) del INEGI, con su afinidad o relación estacional a la presencia de agua. Para esta clasificación se tomaron las definiciones del diccionario de datos de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 versión 3 del INEGI y la experiencia del autor. Así, se definieron los valores de ponderación de la siguiente forma:

Tabla 13. Ponderación de las categorías de la capa de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI

Tipo de uso de suelo o cobertura de vegetación	Ponderación
Asentamientos humanos	5
Cuerpo de agua	5
Pastizal halófilo	5
Sin vegetación aparente	5
Vegetación de dunas costeras	5
Vegetación halófila hidrófila	5
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras	5
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila hidrófila	5
Agricultura de riego anual	4
Agricultura de temporal anual	4
Agricultura de temporal permanente	4
Bosque de mezquite	4
Desprovisto de vegetación	4
Pastizal inducido	4

Tipo de uso de suelo o cobertura de vegetación	Ponderación
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	4
Matorral espinoso tamaulipeco	3
Pastizal cultivado	3
Vegetación halófila xerófila	3
Vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco	3
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	3
Mezquital xerófilo	2
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	2
Matorral submontano	1
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	1

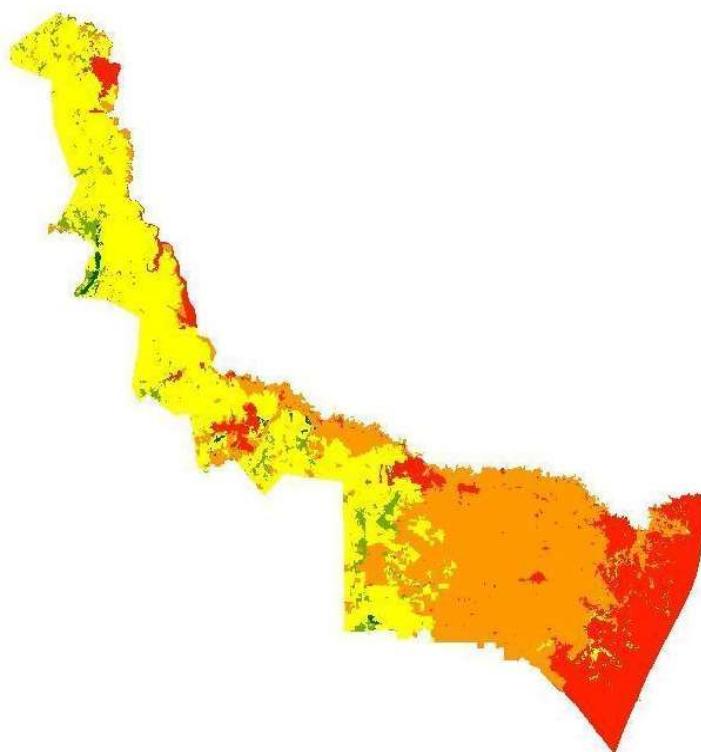


Imagen 8. Capa ponderada de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI

Modelo Cartográfico de Humedales

El modelo cartográfico de humedales contiene información sobre los límites de los humedales actualizados, esta información resulta relevante pues, en muchos casos, la expansión urbana o el aumento de las fronteras agrícolas, ocupan estas tierras para su uso. Para el caso de este trabajo, la clasificación para la ponderación de esta capa fue su presencia o ausencia (Tabla 14 e imagen 8).

Tabla 14. Ponderación de la presencia o ausencia de humedales para el área de estudio

Modelo cartográfico de humedales	Ponderación
Presencia de humedales	5
Ausencia de humedales	1

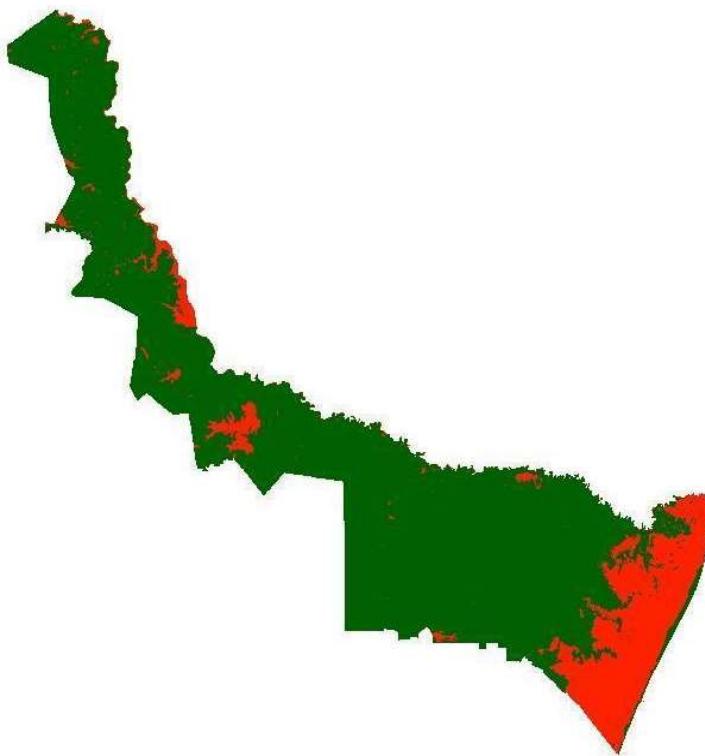


Imagen 9. Capa ponderada del modelo cartográfico de humedales

Edafología:

Para la capa de edafología serie III, su clasificación y ponderación se realizó a través de la consulta en la “Base referencial mundial del recurso suelo 2014” (FAO, 2015). Esta base indica las características de cada suelo, así, se asoció la capacidad de retención, o no, de agua para la combinación de suelos dominantes y secundarios. Esta ponderación incluyó hasta 3 tipos de suelo dominante y secundarios, además del tipo de textura del suelo, esto último identifica una capacidad importante de retención de agua. A continuación, se presenta la ponderación final (Tabla 15) y el resultado de la capa ponderada (Imagen 9):

Tabla 15. Ponderación en su influencia a inundaciones de los tipos de suelo dominantes y secundarios presentes en el área de estudio

Suelo dominante	Suelo secundario	Suelo dominante 2	Suelo secundario 2	Suelo dominante 3	Suelo secundario 3	Textura	Ponderación
Solonchak	gléyico	Vertisol	péllico			Fina	5
Vertisol	crómico	Vertisol	péllico	Castañozem	lúvico	Fina	5
Vertisol	crómico	Vertisol	péllico			Fina	5
Vertisol	crómico	Xerosol	lúvico			Fina	5
Vertisol	crómico					Fina	5
Vertisol	péllico	Castañozem	lúvico			Fina	5
Vertisol	péllico					Fina	5
Castañozem	cálcico	Vertisol	péllico	Feozem	lúvico	Media	4
Castañozem	lúvico	Vertisol	crómico	Feozem	lúvico	Fina	4
Vertisol	crómico	Regosol	calcárico			Media	4
Xerosol	lúvico	Vertisol	crómico	Fluvisol	calcárico	Fina	4
Xerosol	lúvico					Fina	4
Castañozem	cálcico	Xerosol	lúvico	Xerosol	háplico	Media	3
Castañozem	cálcico					Media	3
Rendzina		Regosol	calcárico			Media	3
Xerosol	cálcico	Vertisol	crómico			Media	3
Xerosol	cálcico	Xerosol	lúvico	Fluvisol	calcárico	Media	3
Xerosol	cálcico	Xerosol	lúvico	Vertisol	crómico	Media	3
Xerosol	háplico	Xerosol	lúvico			Media	3
Xerosol	lúvico	Xerosol	háplico	Regosol	calcárico	Fina	3
Regosol	calcárico	Xerosol	cálcico			Media	2
Regosol	calcárico	Xerosol	háplico			Media	2
Regosol	calcárico					Media	2
Regosol	eútrico	Xerosol	háplico			Media	2
Xerosol	cálcico	Castañozem	háplico			Media	2
Xerosol	cálcico	Regosol	calcárico	Xerosol	lúvico	Media	2
Xerosol	cálcico	Regosol	calcárico			Media	2
Xerosol	cálcico	Xerosol	háplico	Castañozem	cálcico	Media	2
Xerosol	cálcico	Xerosol	háplico			Media	2
Xerosol	cálcico	Xerosol	lúvico			Media	2
Xerosol	háplico	Castañozem	cálcico			Media	2
Xerosol	háplico	Regosol	eútrico			Media	2
Xerosol	lúvico	Xerosol	cálcico			Media	2
Regosol	eútrico					Gruesa	1
Xerosol	cálcico	Xerosol	háplico	Regosol	calcárico	Gruesa	1

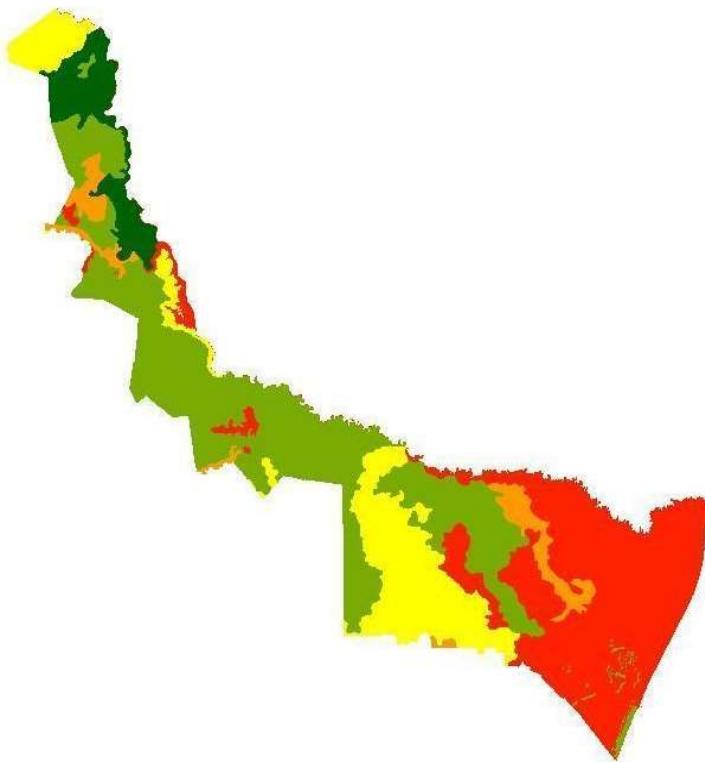


Imagen 10. Capa ponderada de tipos de suelo (edafología) serie III del INEGI.

Pendientes del terreno:

Para el caso de las pendientes, se realizó una revisión bibliográfica de estudios de propensión que se hayan realizado en condiciones geográficas parecidas al área de estudio, para identificar la distribución que mejor represente la influencia de la pendiente sobre las inundaciones (Alharbi, 2024; Chávez-Cortés et al., 2017; Edamo et al., 2022; Kaya y Derin, 2023; Vojtek y Vojteková, 2019). La variación de pendiente del área de estudio fue de los 0° a los 75°. De este modo, la clasificación de ponderación de las pendientes del terreno quedó de la siguiente forma (Tabla 16 e Imagen 10).

Tabla 16. Ponderación del rango de pendiente utilizada para este estudio

Rangos de pendiente del terreno	Ponderación
>45	1
18 - 45	2
10 - 17	3
4 - 9	4
0- 3	5

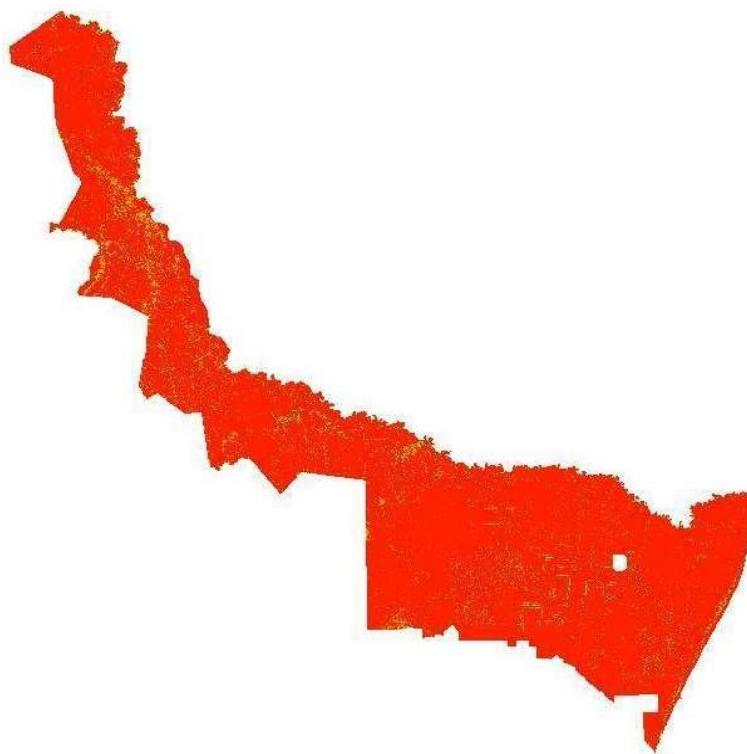


Imagen 11. Capa ponderada de pendientes del terreno obtenido a partir de un MDE-T de alta resolución LiDAR

Depresiones:

Para la capa de depresiones, debido a que la acumulación de agua depende de muchos otros factores como tipo de roca, suelo o vegetación, se optó por ponderar esta variable en función de su ausencia y presencia. De este modo la ponderación quedó de manera binaria, como se muestra en la tabla 17 e imagen 11:

Tabla 17. Ponderación de la capa de presencia de depresiones

Depresiones	Ponderación
Presencia de depresiones	5
Ausencia de depresiones	1

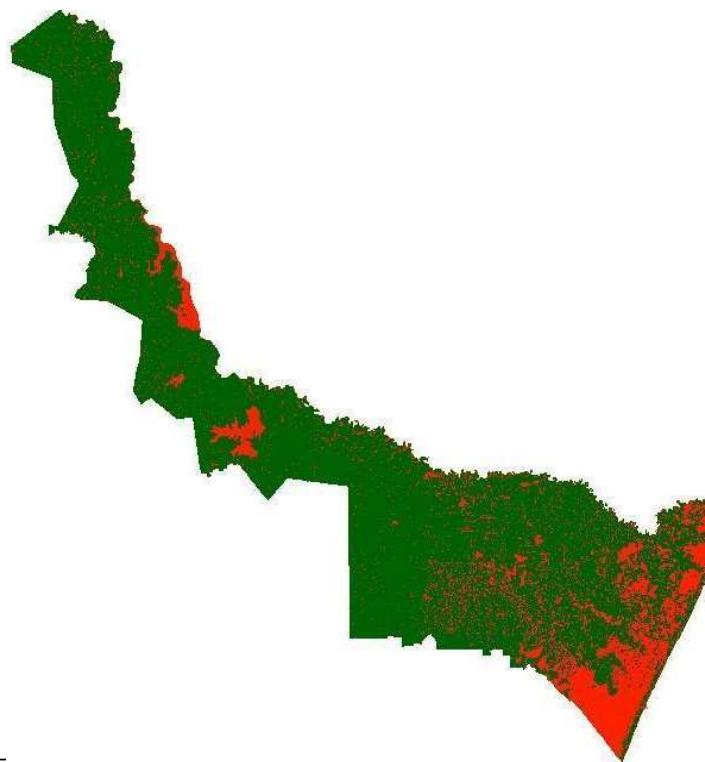


Imagen 12. Capa ponderada de depresiones identificadas a partir de un MDE-T de alta resolución LiDAR

Litología:

En el caso de la capa de litología, se realizó una ponderación a través de considerar las características geológicas y la permeabilidad de cada roca, ya que estas afectan la infiltración del agua y, por ende, la probabilidad de que se generen inundaciones (Boggs, 2006; Fetter, 2000). A continuación, se presenta la clasificación de las rocas según su predisposición o contribución a la presencia de inundaciones:

Tabla 18. Ponderación del tipo de roca presente en el área de estudio

Tipo de roca	Ponderación
Aluvial	5
Caliche	5
Eólico	5
Lagunar	5
Litoral	5
Lutita	4
Lutita-Marga	4
Arenisca-Lutita	3
Lutita-Arenisca	3
Arenisca-Conglomerado poligénico	2
Arenisca-Limolita	2
Arenisca-Yeso	2
Arenisca	1
Conglomerado poligénico	1

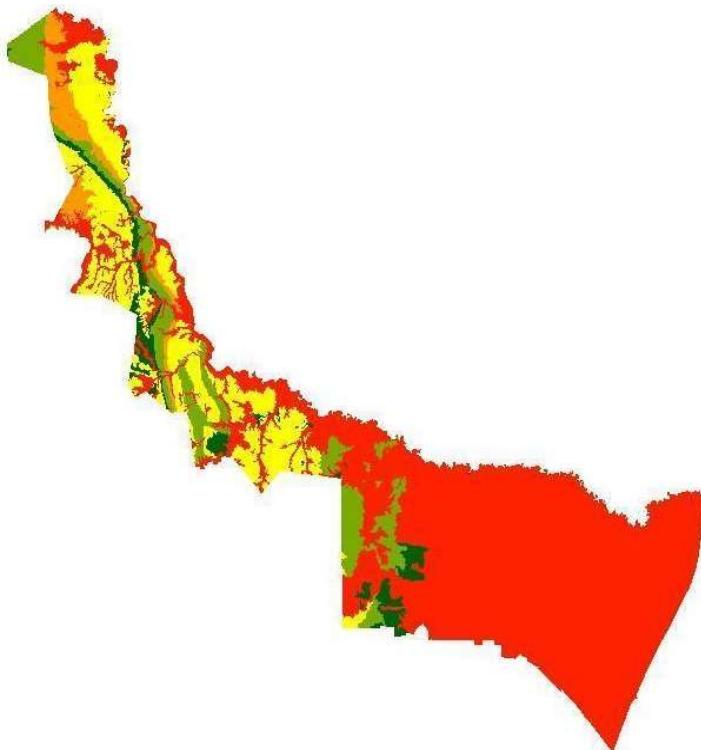


Imagen 13. Capa ponderada de la variable tipo de roca (litología)

I. 6. ANÁLISIS DE SUPERPOSICIÓN

Una vez preprocesadas y ponderadas todas las capas, se procedió a realizar un análisis de superposición. Este Análisis Multicriterio consistió en una suma ponderada de cada una de las capas (variables) (Imagen 2). La función de suma ponderada superpone varias capas ráster al multiplicar cada uno por su peso y sumar los resultados. Así, la función suma ponderada ofrece la posibilidad de ponderar y combinar varias entradas para crear un análisis integrado. Es decir, la herramienta de suma ponderada multiplica los valores de campo designados para cada ráster de entrada por el peso especificado. Después, realiza la suma de todas las capas ráster de entrada para crear un ráster de salida (ESRI, 2024).

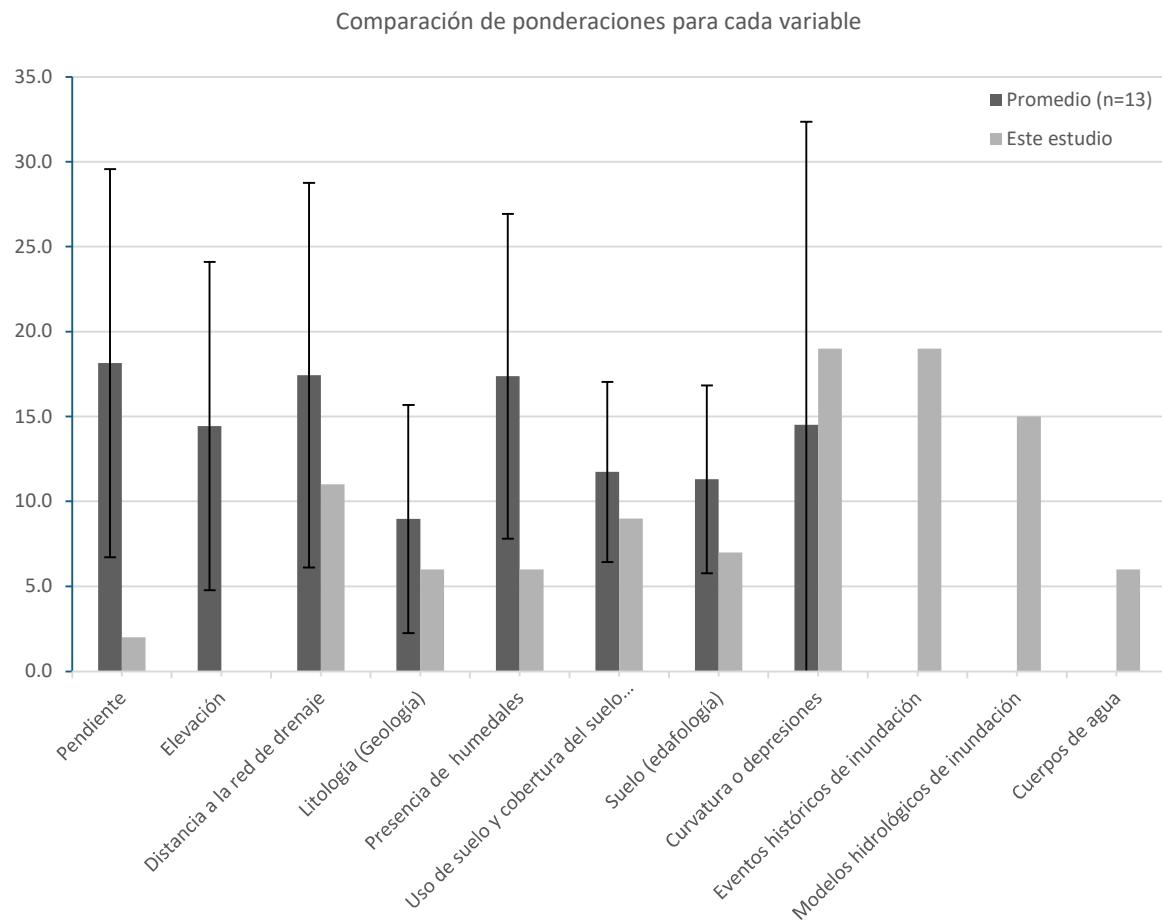


Imagen 14. Gráfica comparativa de ponderaciones de las variables utilizadas en este estudio con respecto a una revisión de 13 estudios recientes.

Para este estudio, el peso relativo de cada capa (variable) fue ajustado, primero, a partir de una revisión de la bibliografía de análisis de susceptibilidad y áreas propensas a

inundaciones, que utilizan métodos de superposición ponderada (Imagen 14). Esta revisión incluyó 13 estudios recientes que aplican la superposición ponderada, de este modo se construyó una tabla de Jerarquía Analítica de pesos inicial. Sin embargo, la ponderación final se fue ajustando a través de las capas de registros de inundación a nivel colonia compartidas por Protección Civil del estado de Tamaulipas. Estas capas son una recopilación de reportes internos y notas periodística que desde el año 2010, realiza el personal de Protección Civil estatal de cada evento extremo de inundación. De este modo, se fue ajustando las ponderaciones iniciales de cada variable hasta encontrar la combinación que mejor predijera los polígonos de inundación a nivel colonia. En la tabla siguiente se presentan la ponderación final de pesos para cada variable:

Tabla 19. Asignación de pesos para cada variable utilizados para el análisis de suma ponderada

Capa temática o variable	Porcentaje Peso
Eventos de inundación históricos	19
Modelos hidrográficos (Atlas)	15
Cuerpos de agua	6
Corrientes y canales de agua	11
Humedales	6
Uso de suelo y vegetación	9
Edafología	7
Depresiones	19
Pendientes	2
Litología	6
TOTAL	100

Finalmente, la ecuación definitiva que se utilizó para la suma ponderada fue la siguiente:

$$\text{Susceptibilidad a Inundaciones} = (\text{Eventos de inundación históricos}*19) + (\text{Modelos hidrográficos } *15) + (\text{Cuerpos de agua}*6) + (\text{Corrientes y canales de agua}*11) + (\text{Humedales}*6) + (\text{Uso de suelo y vegetación}*9) + (\text{Edafología}*7) + (\text{Depresiones}*19) + (\text{Pendientes}*2) + (\text{Litología}*6)$$

La suma ponderada no re-escaló los valores clasificados a la escala de evaluación (de 1 a 5), el análisis mantiene la resolución. Así, el resultado de este procedimiento tuvo una amplitud de rango de valores que van desde 495 a 2,000, en píxeles de 60 metros de resolución.

I. 7. REFINAMIENTO Y POSPROCESAMIENTO

Como método para mejorar la predictibilidad de este mapa, así como evitar una subrepresentación de áreas con alta propensión a la inundación, la capa resultante del análisis de suma ponderada, se le aplicó la herramienta “estadísticas focalizadas”. Esta operación calcula un estadístico de los valores de cada pixel para una vecindad especificada alrededor del mismo. La herramienta se configuró para una vecindad tipo cuadrado con una altura y ancho de 3 celdas (180 metros). El resultado de este proceso se reclasificó en 5 categorías a través de una distribución de cuantiles. Las distribuciones de cuantiles son extremadamente útiles en análisis SIG, permiten dividir los datos de manera equitativa, minimizar el impacto de los valores atípicos y facilitar la visualización y análisis de datos distribuidos espacialmente. Estos métodos son particularmente adecuados para situaciones en las que los datos no tienen una distribución normal o cuando se trabaja con múltiples variables, permitiendo clasificar áreas geográficas en función de su riesgo de manera justa y precisa. El procedimiento anterior resulta en mapas más representativos y en decisiones más informadas en la gestión de desastres y planificación del territorio.

De este modo, se obtuvo un mapa que fue reclasificado, con la herramienta remuestrear, en cinco categorías de ponderación de propensión: 1) Muy baja, 2) Baja, 3) Media, 4) Alta, 5) Muy alta (ver Tabla 20).

Tabla 20. Tabla de reclasificación, a través del método de cuantiles, de los valores resultantes del análisis de superposición ponderada

Categoría de propensión a inundación	Ponderación de propensión	Rango	
Muy bajo	1	495.0	825.5
Bajo	2	825.6	931.7
Medio	3	931.8	1,049.8
Alto	4	1,049.9	1,321.3
Muy alto	5	1,321.4	2,000

Esta reclasificación se considera como el mapa con mejor resolución y más preciso, su uso se recomienda para personal especializado que tenga como objetivo la planeación territorial y evaluación de riesgos. Tiene una resolución espacial de 120 metros cuadrados, es decir, pixeles de 60 m de resolución. Su interpretación puede ser compleja para el ojo poco entrenado porque refleja toda la heterogeneidad de las variables incluidas.

Por la razón anterior, se desarrolló una capa de propensión a inundaciones con menor resolución, de tal modo que permitiera examinar de manera fácil y rápida la ubicación y distribución de las diferentes categorías de propensión a inundaciones. De este modo, se realizó un procedimiento de “generalización” a través de la aplicación de diferentes herramientas y filtros en Sistemas de Información Geográfica

Esto se logró a través de aplicar, a la capa de propensión a inundaciones de la alta resolución (pixeles de 60 m), un nuevo análisis de “estadísticas focalizadas”. Este procedimiento se configuró para forzar la expansión de valores altos de propensión hacia tres celdas contiguas para obtener áreas de, al menos, 14,400 m². Así, se evita una subestimación de áreas de propensión alta por generalización. Posteriormente, se aplicó la herramienta de “filtro mayoritario” para reemplazar pixeles aislados; este procedimiento reemplaza los pixeles según la mayoría de las celdas contiguas, lo que genera una mayor heterogeneidad de las áreas generalizadas. La herramienta “refinado de límites” se aplicó para suavizar los cambios y límites entre las diferentes categorías de propensión. No obstante, estos procedimientos no están exentos de errores al momento de generalización, por esta razón, se aplicó la herramienta “Nibble” para que, a través de una máscara, sean reemplazados los pixeles aislados remanentes o que no pudieron simplificarse con los procedimientos anteriores (Tabla 21).

Tabla 21. Procedimiento de generalización de mapa de propensión a inundaciones

Paso	Herramienta de generalización	Descripción	Configuración
1	Estadísticas focalizadas	Para cada ubicación de celda de entrada, calcula una estadística de los valores dentro de una vecindad especificada alrededor de ella. Por su naturaleza, los procedimientos de generalización tienden a perder información, esta herramienta ayuda a conservar áreas de alta propensión	Vecindad: Rectángulo Altura y ancho: tres pixeles (120 metros) Tipo de estadístico: Valor máximo
2	Filtro mayoritario	Reemplaza las celdas en un ráster según la mayoría de sus celdas vecinas contiguas. La herramienta ayuda a reducir celdas o pixeles aislados dentro de una matriz de pixeles con otros valores	Número de elementos próximos: cuatro Umbral de remplazamiento: Mayoritario
3	Refinado de límites	Generaliza o simplifica ráster al suavizar los límites entre zonas. Aplica un método de expansión y contracción para evaluar cada celda utilizando sus vecinos inmediatos.	Técnica de clasificación: No_Sort
4	Nibble	Reemplaza las celdas de un ráster que corresponden a una máscara con el valor del vecino más cercano. La herramienta Nibble permite asignar a las áreas seleccionadas de un ráster el valor de su vecino más cercano. Esto puede resultar útil para editar áreas de un ráster en donde se sabe que los datos son erróneos.	Ráster de entrada: el resultante del procedimiento anterior Máscara: ráster que identifica celdas aisladas

Finalmente, se obtuvo una capa generalizada del análisis de propensión a inundación de baja resolución que permite interpretaciones más sencillas y fáciles. La resolución de esta capa es de 120 metros por pixel o 14,400 m², alrededor de una hectárea.

I. 8. RESULTADOS

El resultado obtenido de estos análisis fueron dos mapas de propensión a inundaciones con una resolución de 120 y 14,400 m² respectivamente (alta resolución y baja resolución respectivamente). Para el caso de la capa con mayor resolución, los niveles de propensión que mayor distribución presentó para toda el área de estudio son la propensión media y muy baja con el 21%, le sigue la propensión Baja y Alta con el 20% y, finalmente la propensión Muy alta con 19% (Imagen 15).

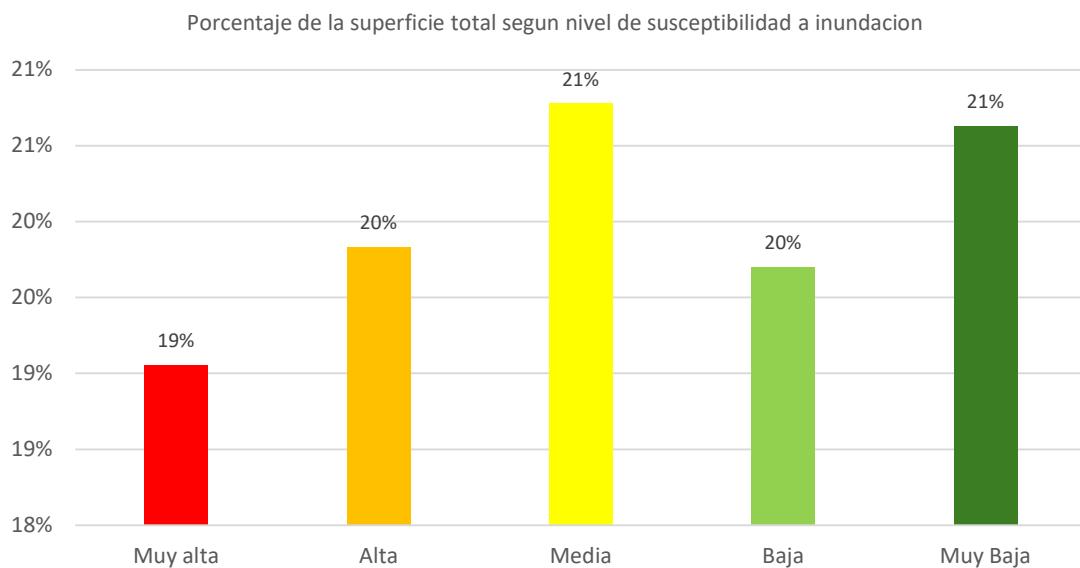


Imagen 15. Distribución porcentual de los niveles de propensión obtenidos para el área de estudio

Para toda el área de estudio, la región donde más se concentran los niveles de propensión a inundación críticos (Alta y Muy Alta) es la zona cercana a la costa. Como se puede observar en el mapa del área de estudio (Imagen 16), los municipios que van de Reynosa hasta Matamoros son los que concentran una frecuencia y distribución de colores que identifican la propensión Media, Alta y Muy Alta. Esta región es la parte más baja de la cuenca del río Bravo, una amplia planicie aluvial atravesada por corrientes (ríos, arroyos), cuerpos de agua y terrenos ganados al mar por sedimentación fluvial. También, es una importante y vasta zona de cultivos que presenta una intrincada red de canales e infraestructura de riego donde las inundaciones suelen ser comunes.

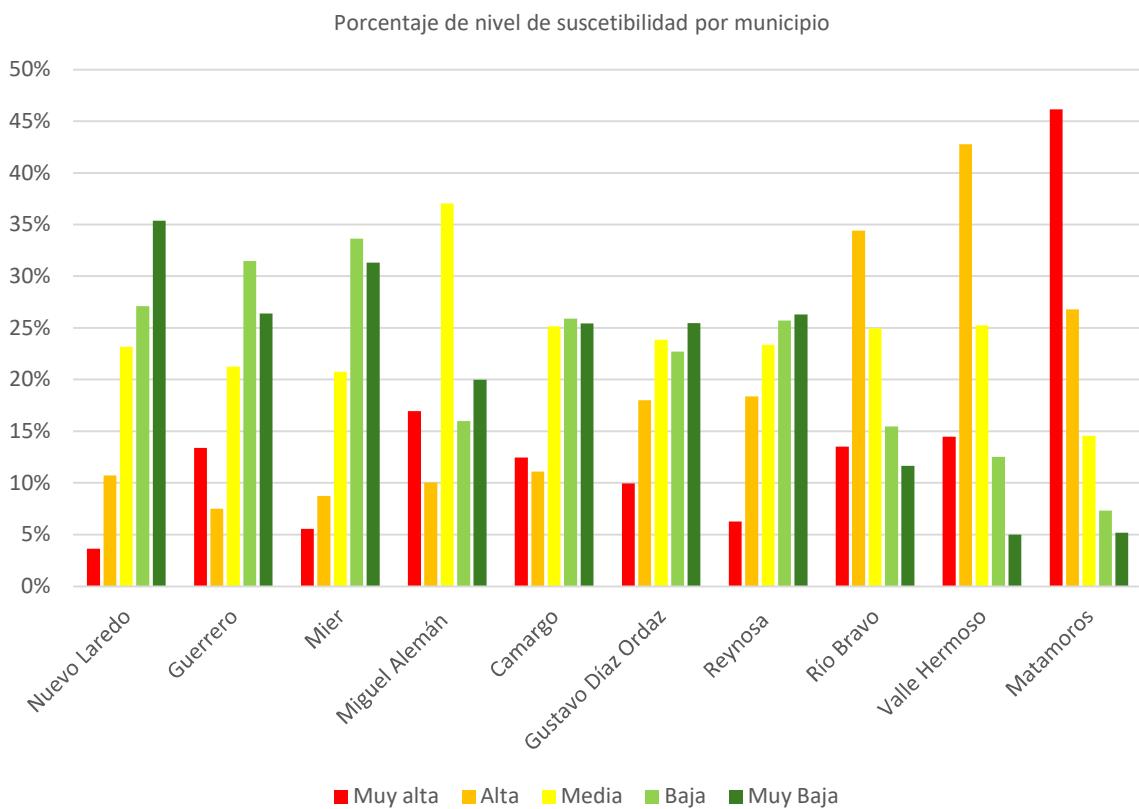


Imagen 16. Porcentaje de los 5 niveles de propensión para los 10 municipios del área de estudio. El orden de los municipios se presenta según distribución geográfica norte-sur

Sin embargo, los niveles de propensión Alta, Muy alta y Media también se presentaron en otras zonas de la región de estudio. Para la región al noroeste del municipio de Gustavo Díaz Ordaz, donde la topografía se vuelve relativamente accidentada y el clima es más seco, es posible observar un gradiente de condiciones que también favorecen una importante propensión a inundaciones. Si bien los eventos históricos de inundación son más restringidos y localizados, la influencia relativa de criterios como cercanía a corrientes y cuerpos de agua, zonas cóncavas (como cauces de arroyos y ríos, terraplenes de presas), así como el tipo de suelo, de roca y de vegetación, son elementos que se advierte jugaron un peso importante para identificar zonas propensas en esta parte del área de estudio (Imagen 16).

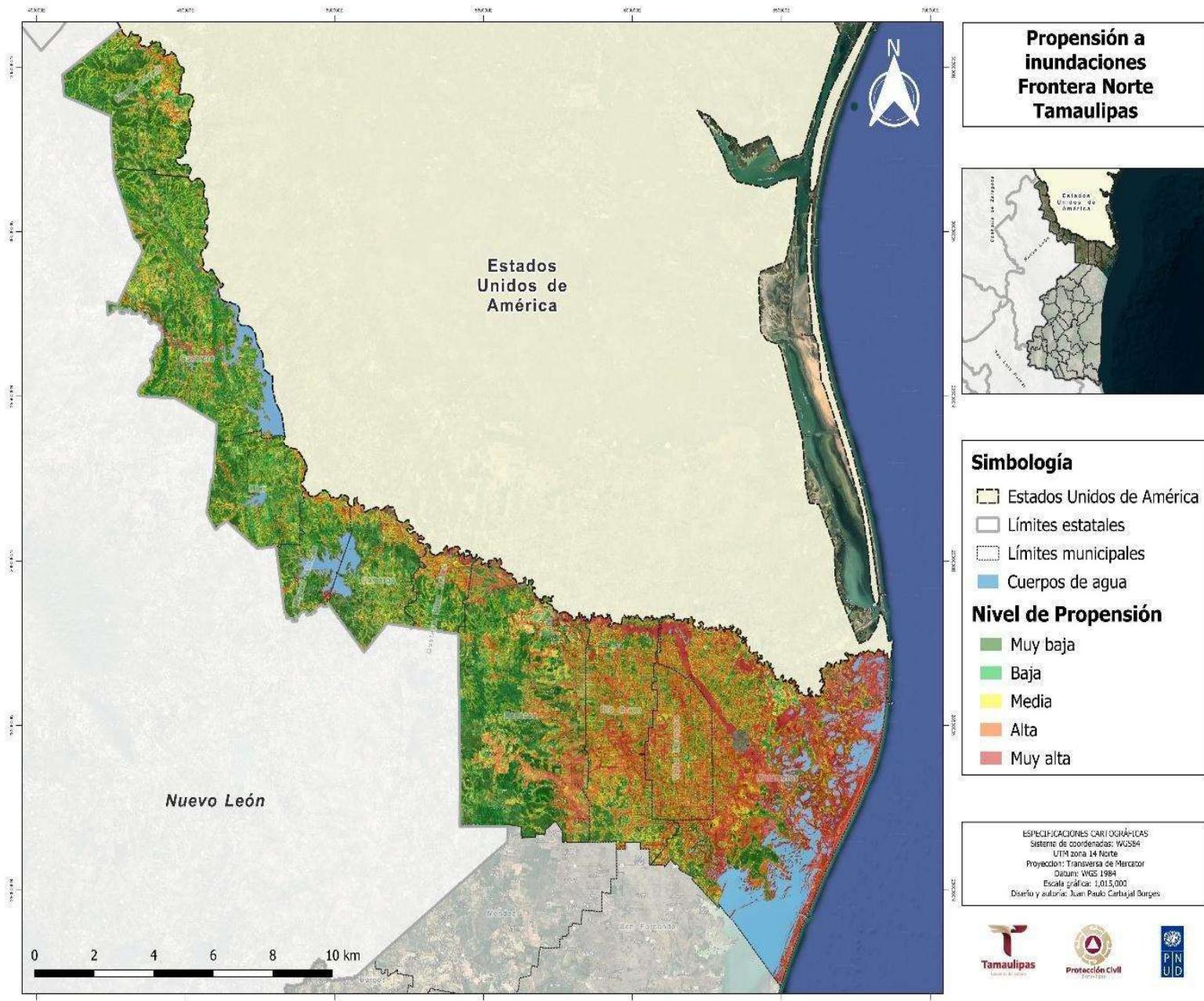


Imagen 17. Mapa de propensión a inundaciones para la superficie de los municipios fronterizos del estado de Tamaulipas.

MUNICIPIO DE NUEVO LAREDO

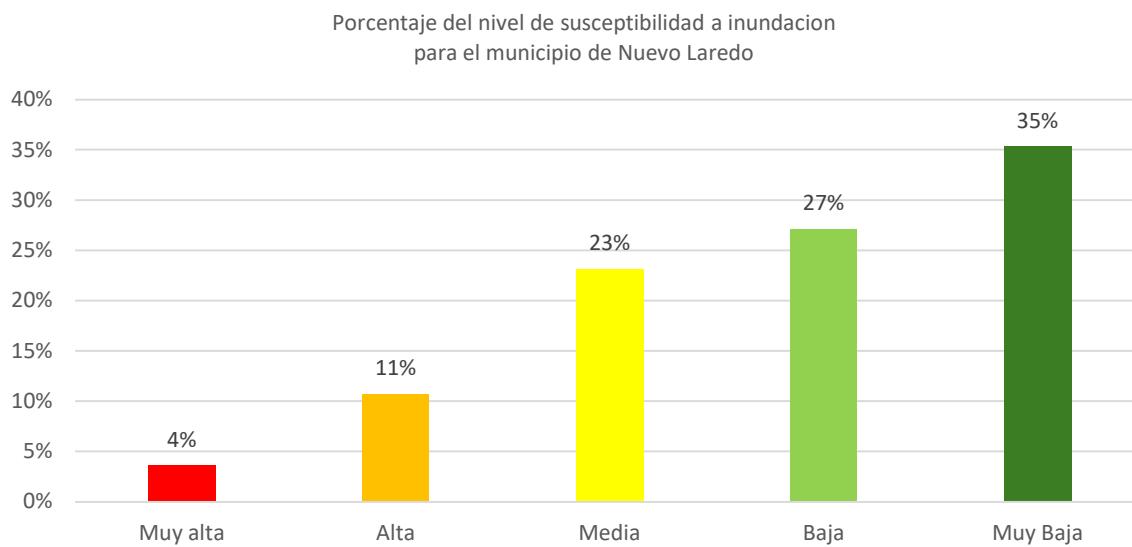


Imagen 18. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

El municipio de Nuevo Laredo presenta los valores más bajos de niveles de propensión Muy alta (4%) de todos los municipios. Los niveles de propensión más dominantes para el municipio es la Muy baja con 35%, le sigue la Baja con 37%, Media con 23% y Alta con 11% (Tabla 22). La topografía sinuosa, ambiente seco, y ubicarse al extremo oeste del estado, hacen que este municipio no presente niveles de propensión a inundación importantes. No obstante, las áreas con propensión más relevantes se restringen a los principales ríos y arroyos, muchos de ellos intermitentes como los arroyos El Carrizo, Los Toritos, El Coyote, El Berrendo, El Huisache, Blanco o Las Últimas. En el extremo este del municipio, en la zona adyacente al río Bravo y la ciudad de Nuevo Laredo se concentra una importante área de niveles de propensión Altas y Muy altas, esta situación se debe a una serie de canales, arroyos y humedales asociados o tributarios al río Bravo.

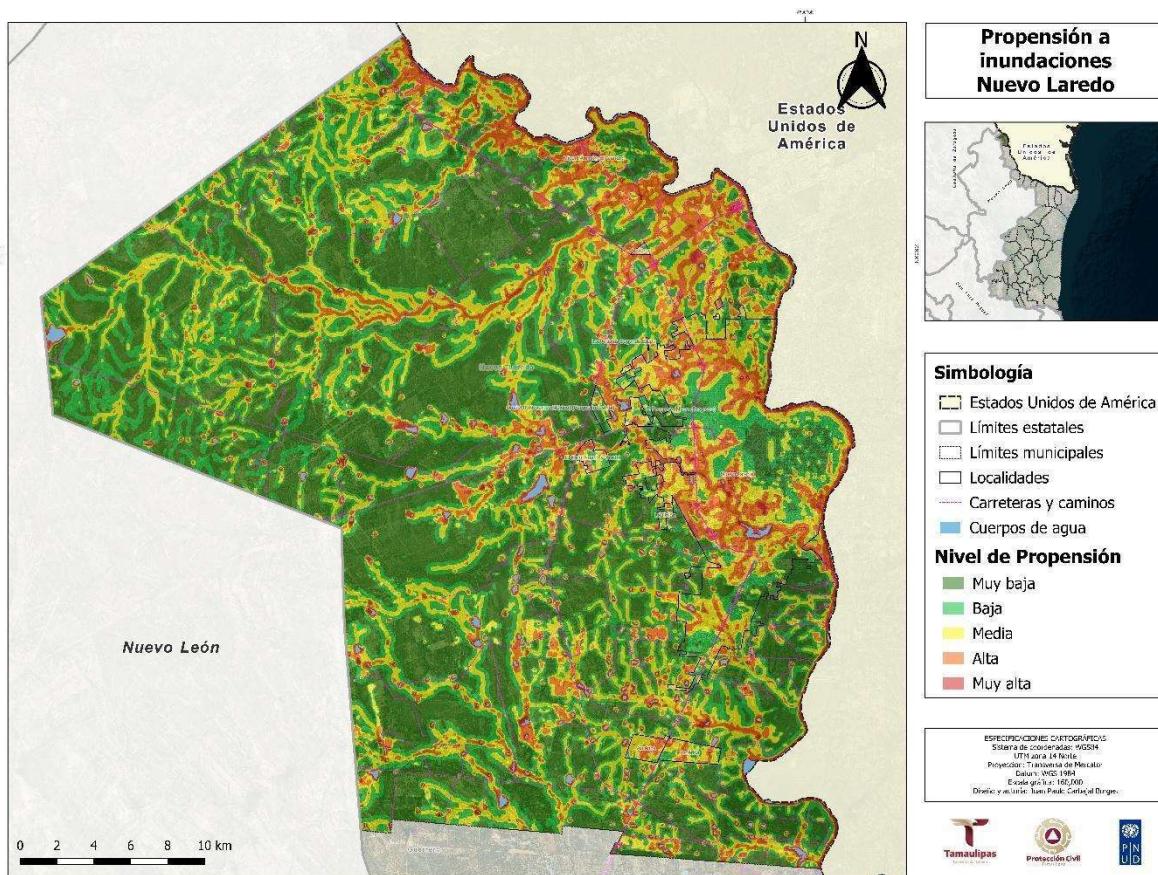


Imagen 19. Mapa de propensión de inundación para el municipio de Nuevo Laredo

Para la zona urbana de la ciudad de Nuevo Laredo, los arroyos El Coyote, Las Alazanas y la zona del bordo El Laguito, presentan niveles críticos de propensión. Debido a eventos de desbordamiento del arroyo El Coyote y borde El Laguito, las principales colonias con niveles de propensión altos son Fraccionamiento Presidentes, Fraccionamiento Gutiérrez, Fraccionamiento La Paz y la Unidad Benito Juárez. También, el arroyo El Coyote, al atravesar la ciudad tiene influencia en niveles de propensión Altos sobre la colonia Francisco Villa, Villas de San Miguel y la zona del aeropuerto. Por otro lado, la influencia del río Bravo y el arroyo Las Alazanas sobre el costado este de la mancha urbana de Nuevo Laredo, se refleja en niveles de propensión Altos sobre las colonias Reforma Urbana, Arturo Cortés Villada, Fraccionamiento los Virreyes, Fraccionamiento Lucio Blanco, AltaVista y toda la periferia de colonias adyacentes al río Bravo.

MUNICIPIO DE GUERRERO

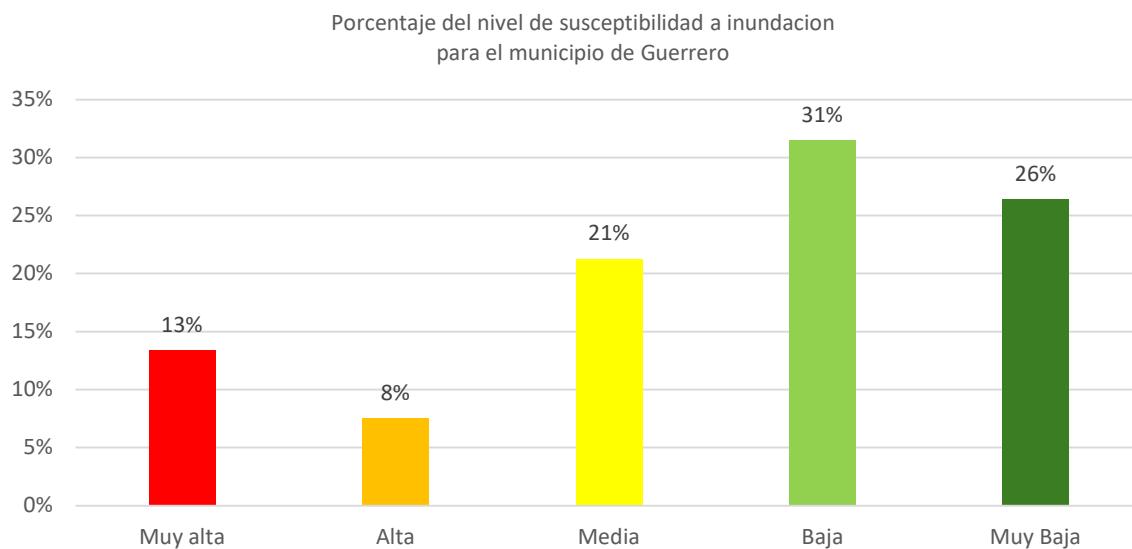


Imagen 20. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

De manera general, el municipio de Guerrero presenta bajos niveles de propensión a inundación. Los niveles Bajos (31%) y Muy bajos (26%) de propensión suman el 57% del territorio municipal, mientras que la propensión Media representa el 21%. Las áreas con niveles Altos (8%) y Muy altos (13%) están concentradas, principalmente en las riberas de ríos y arroyos que drenan a las presas Olmos y, en su gran mayoría, a la presa Falcón en el río Bravo. Las corrientes de agua intermitentes como los arroyos Los Salados, San Marcos, San Blas, Salinilla, Uña de Gato pueden llegar a presentar problemas de inundaciones importantes en caso de lluvias extremas; esto debido a sus bajos caudales.

Sin embargo, debido a la topografía ondulante de la región, la inundación no debe extenderse más allá de sus zonas de depresión. De igual manera, el territorio del municipio de Guerrero está salpicada por una gran cantidad de presas y represas pequeñas (de terraplén). Estas áreas de acumulación de agua, se ha identificado que pueden detonar altos niveles de propensión, pero, según el análisis realizado, su impacto se presenta de manera muy localizada.

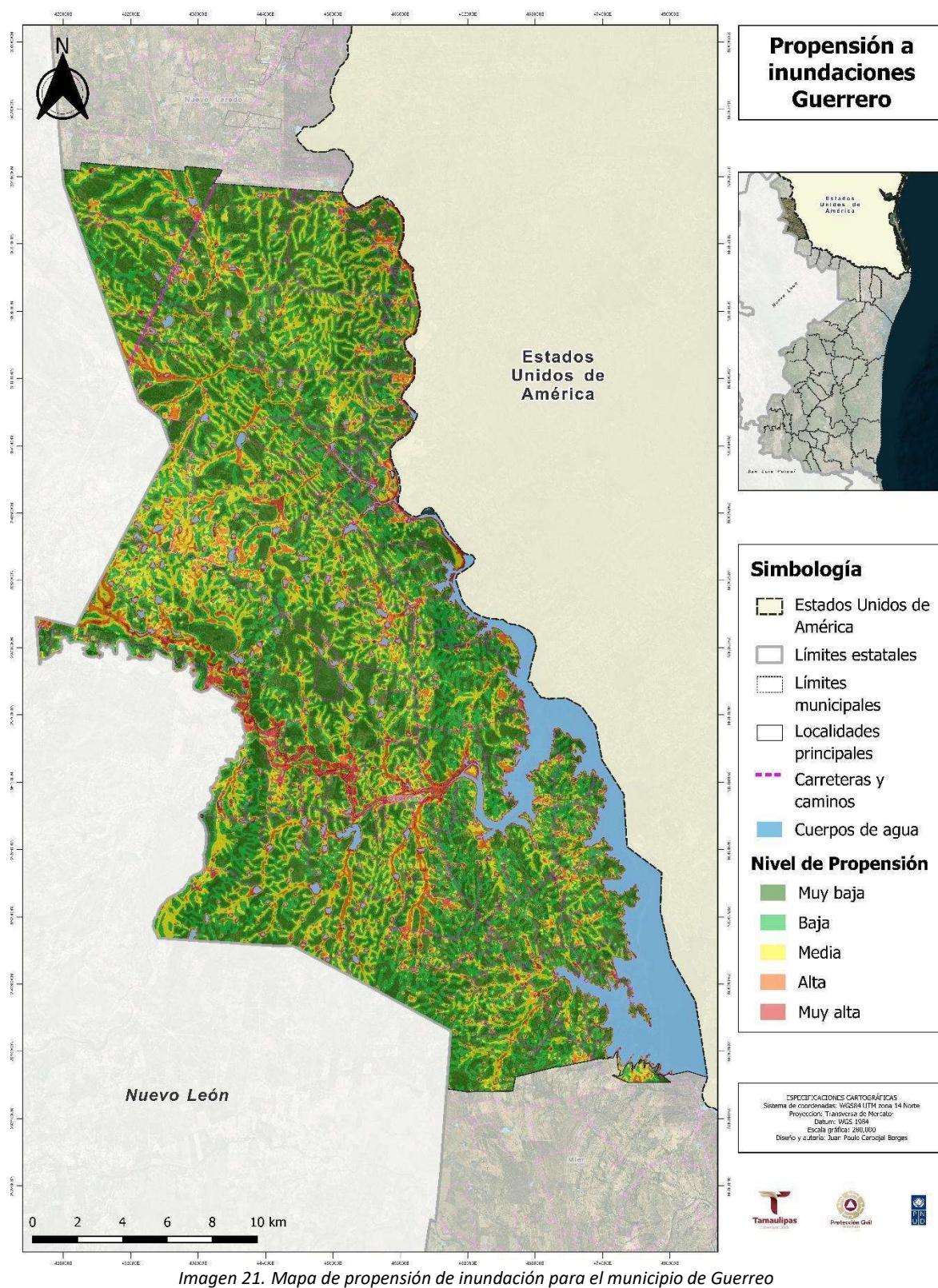


Imagen 21. Mapa de propensión de inundación para el municipio de Guerrero

La cabecera municipal, Nueva Ciudad Guerrero, presentan niveles de propensión que van de Muy bajo a Muy alto, sin embargo, la mayor parte de la zona urbana de esta cabecera se

encuentra en niveles medios de propensión. Las zonas más críticas son las que se encuentran cercanas a la presa Falcón, al norte-noreste de la mancha urbana. Si bien la presa tiene un sistema de control de niveles de aguas que evita la inundación de la cabecera, si la expansión urbana continua hacia esta zona puede causar problemas futuros. Por lo tanto, se recomienda poner mucha atención a la expansión territorial de la cabecera. Las áreas de menor propensión se presentan muy focalizadas al centro-este y oeste de la cabecera, estas áreas son recomendables para establecer infraestructura o servicios como refugios temporales o desarrollos de vivienda. Sin embargo, siempre es indispensable realizar recorridos y evaluaciones locales para determinar esto. Es importante poner atención que, hacia el extremo sur de la cabecera, después de la carretera libre México II, existen importantes zonas de propensión Alta y Muy alta. Si bien esta zona pertenece al municipio de Mier, sería importante evaluar de manera que no presente una amenaza para la población de la cabecera.

MUNICIPIO DE MIER

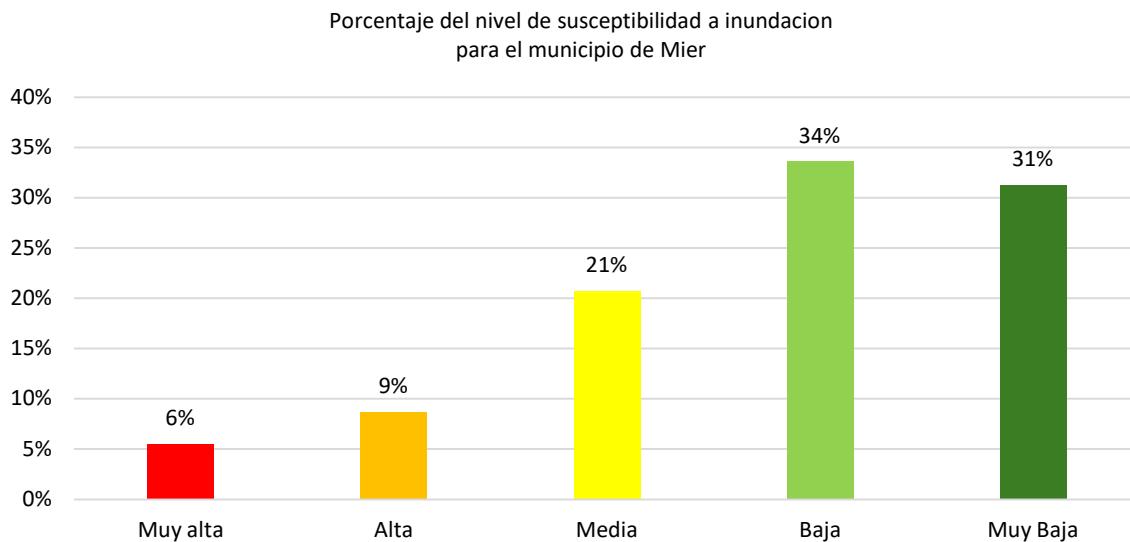


Imagen 22. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

Los niveles de vulnerabilidad en el territorio del municipio de Mier predominan las propensiones Baja (34%) y Muy baja (31%). Estos niveles se distribuyen de manera más o menos homogénea por todo el municipio. Los niveles medios de propensión se presentan en las áreas adyacentes a ríos y arroyos intermitentes. Además, existen depresiones y

pequeñas presas de terraplén que pueden tener una influencia media-alta en la propensión a inundación, pero su impacto se calcula reducido. El principal rasgo hidrográfico del municipio es la presa Las Blancas que puede tener una variación de acumulación de agua interanual importante. Es decir, es relevante no ocupar la planicie máxima de inundación de esta presa que se identifica con un nivel de propensión a inundación Alto. También, la influencia de ríos y arroyos importantes como son Santo Domingo, Huachin, Álamo, Los Comales, Huisachal, Jacal Blanco y Bravo, tiene una influencia importante en los niveles de propensión del territorio adyacente; principalmente sobre zonas planas o con poca pendiente y cóncavas.

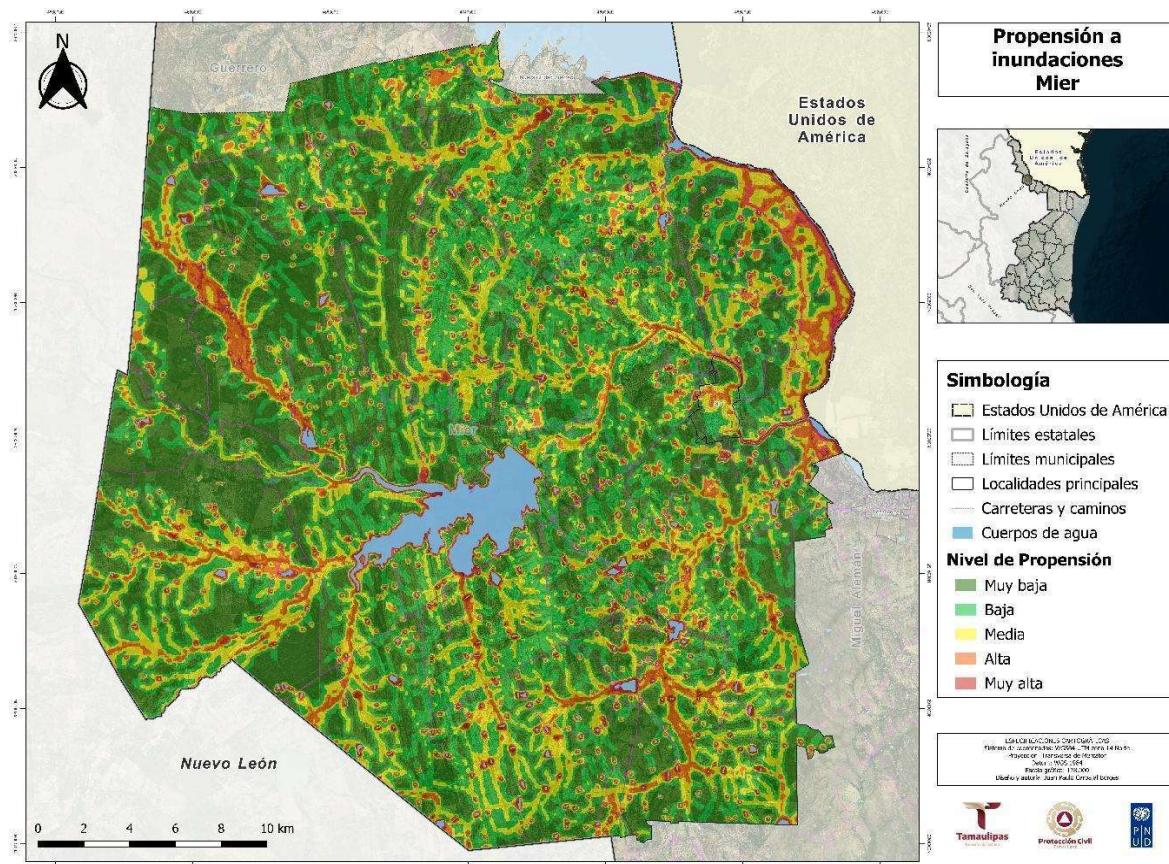


Imagen 23. Mapa de propensión de inundación para el municipio de Mier

Ciudad Mier se encuentra asentada a un costado del cauce del río Álamo. La ciudad presenta niveles de propensión a inundaciones que van de Baja a Alta. Las propensiones Altas se manifiestan en los costados de su cauce del río, principalmente en las colonias Barrio La Chalupa, Las Torres y La Paleta, pero sólo en manzanas muy bien identificadas. Si bien la

ocupación del territorio de este centro urbano ha respetado casi toda la llanura de inundación del río Álamo, es importante la vigilancia territorial para mantener libre de asentamientos. Así, seguir manteniendo la población en niveles de propensión relativamente bajos.

MUNICIPIO DE MIGUEL ALEMÁN

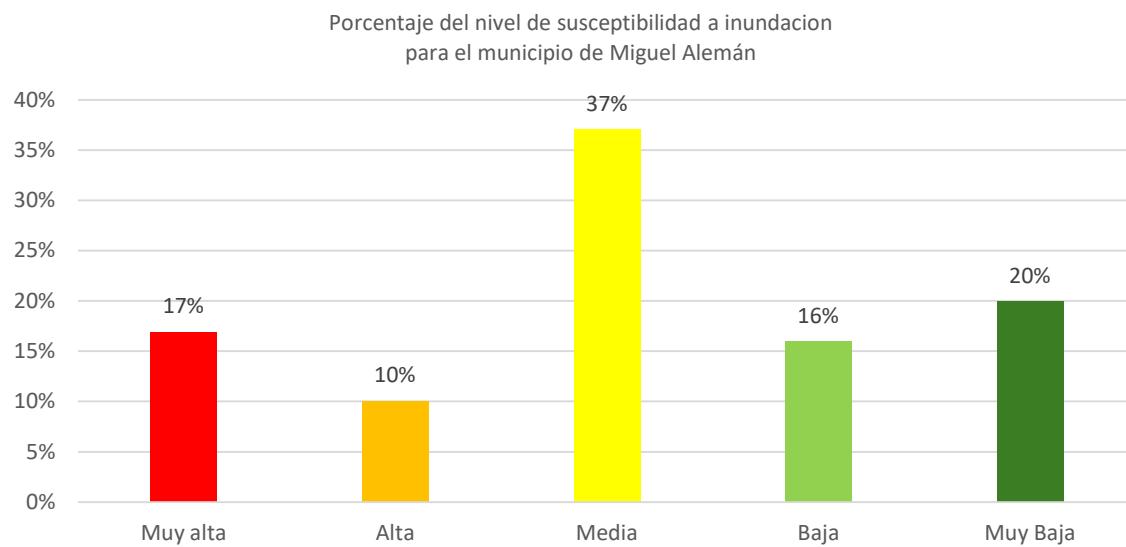


Imagen 24. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

El municipio de Miguel Alemán presenta una distribución de niveles de propensión a inundaciones donde predomina el nivel Medio (37%). Los valores de propensión Muy baja y Baja, 20 y 16% respectivamente, están distribuidos en la parte centro y sur del municipio. La presencia de la presa Marte R. Gómez es un importante rasgo hidrográfico. Su extensa superficie le confiere la capacidad de regular sus niveles de agua, no representan una importante amenaza. A pesar de esto, es de considerar que la variación interanual de sus aguas puede ser muy extrema, dando la sensación baja propensión de inundación en sus terrenos adyacentes. Como se tiene bien identificada sus niveles máximos de inundación, antes de ocupar su terreno circundante, resulta importante revisar el mapa de propensión para determinar las zonas más adecuada o con bajo peligro. Los ríos San Juan, San Antonio y Salsipuedes, así como los arroyos y ríos intermitentes que drenan hacia la presa presentan niveles de propensión a tomar en cuenta. A pesar de esto estas zonas de propensiones medias-altas están muy acotados a sus causes. Por otro lado, en el extremo norte del

municipio, lo distribución de los niveles de propensión se vuelven más críticos. La zona de influencia del río Bravo, la presencia infraestructura hídrica (canales), el inicio de una importante región agrícola y la concentración de localidades y población; vuelven esta zona importante en términos de riesgos.

En la zona urbana de Ciudad Miguel Alemán el análisis de propensión identifica niveles Bajos a Altos. Sobre todo, el centro de la ciudad parece ser una zona de propensión Baja-Media, lo que resulta un elemento importante al momento de planear el establecimiento de refugios o zonas seguras. No obstante, en la periferia del norte de la ciudad, en especial la más cercana al río Bravo, existen algunas colonias que presentan zonas de propensión Muy alta y Alta. Además, los ríos y canales que atraviesan la ciudad y desembocan en el río Bravo, pueden llegar a amenazar las colonias adyacentes debido a desbordamientos.

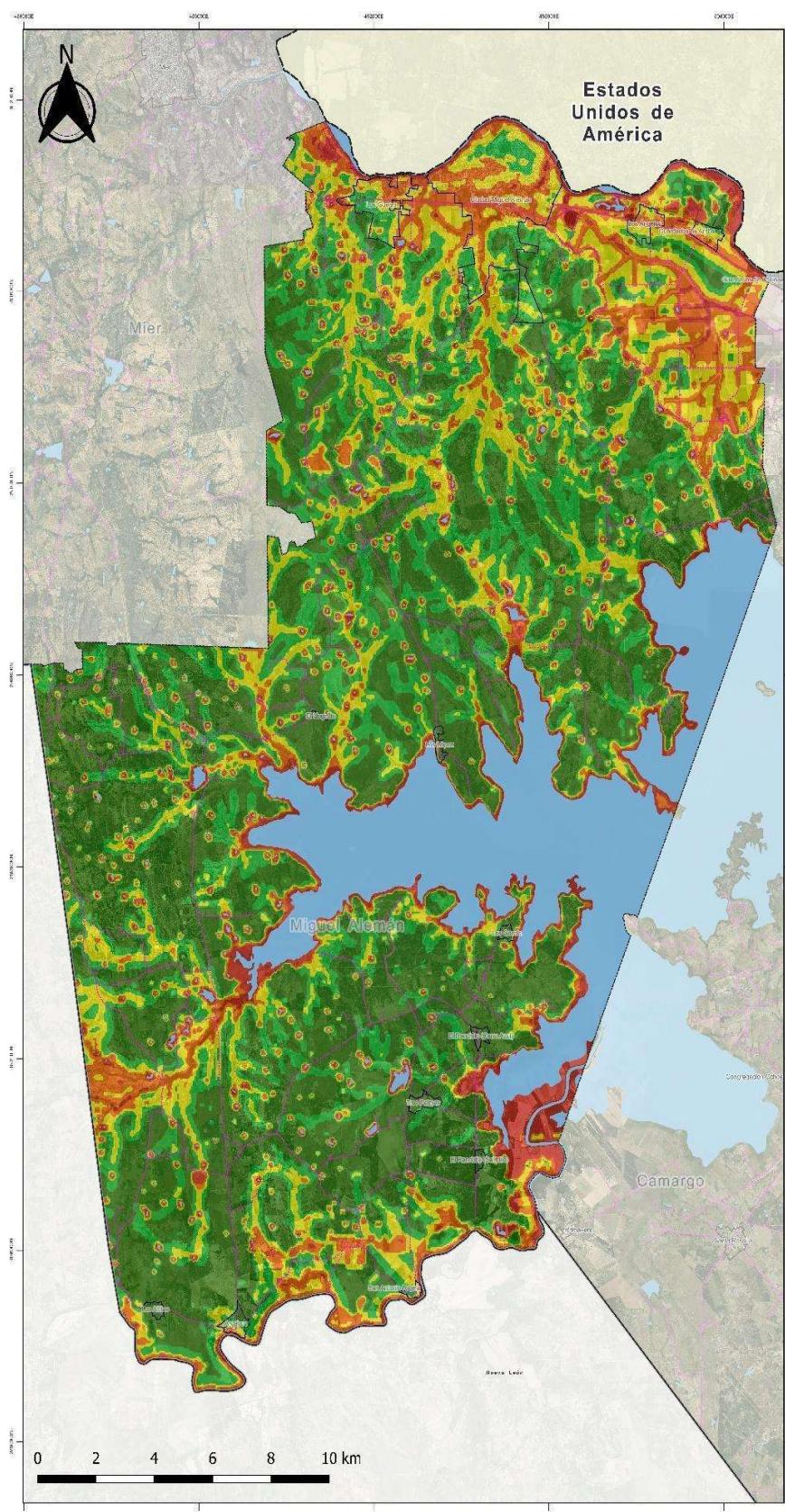


Imagen 25. Mapa de propensión de inundación para el municipio Miguel Alemán

Propensión a inundaciones Miguel Alemán



Simbología

- Estados Unidos de América
- Límites estatales
- Límites municipales
- Localidades principales
- - - Carreteras y caminos
- Cuerpos de agua

Nivel de Propensión

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

SPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de coordenadas: WGS84 UTM zona 14 Nove
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS84
 Escala: 1:25,000
 Uso: Información
 Diseño y autoría: Juan Pablo Corzojal Borges

MUNICIPIO DE CAMARGO

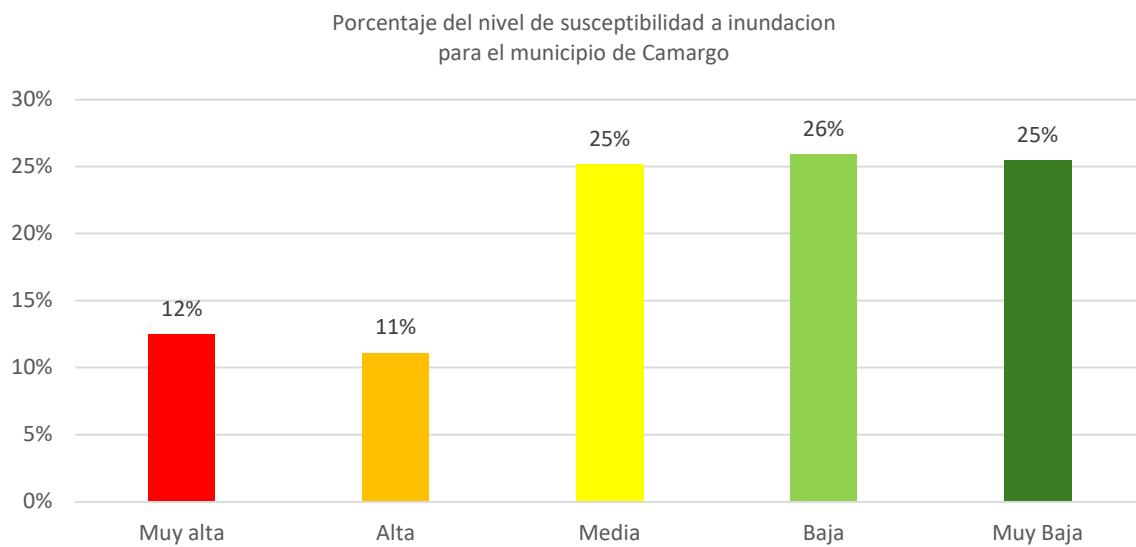


Imagen 26. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

En la superficie del municipio de Camargo predominan niveles de propensión a inundaciones Muy baja (25%), Baja (26%) y Media (25%). Estos se concentran, en su gran mayoría, en la porción centro y sur del municipio. Las pequeñas zonas con niveles Altos (12%) y Muy altos (11%) solamente se asocian a cuerpos y corrientes de agua muy bien identificados como es la presa Gómez y el Río San Juan. Para estas mismas regiones, las zonas con niveles de propensión Media se reflejan en cauces de ríos o corrientes de agua intermitentes o perennes y las zonas de depresiones que guían sus cauces. Si bien las propensiones Alta y Muy Alta representan sólo el 11 y 12% del territorio del municipio, se encuentran concentradas en la región norte (fronteriza) del municipio. Se observa que estos niveles de propensión están asociados a zonas de cultivo, la infraestructura hídrica (canales) y la presencia de corrientes de agua permanentes (río San Juan). Esta situación resulta importante pues es esta región del municipio es donde se concentra la mayoría de las localidades, principalmente Ciudad Camargo.

Para el caso de la cabecera municipal, Ciudad Camargo, la totalidad de la superficie que ocupa la ciudad, presentan niveles de propensión que van de los Muy altos a Medios debido a la presencia de corrientes de agua y canales que la atraviesan. Las zonas que se identifican como áreas críticas por presentar propensiones Muy altas y Altas, son las manzanas

adyacentes a ambos lados del río San Juan. También, la región oriente y norte presentan niveles de propensión importantes por la presencia de canales de agua que pueden desbordarse con la presencia de lluvias o avenidas de agua extremas.

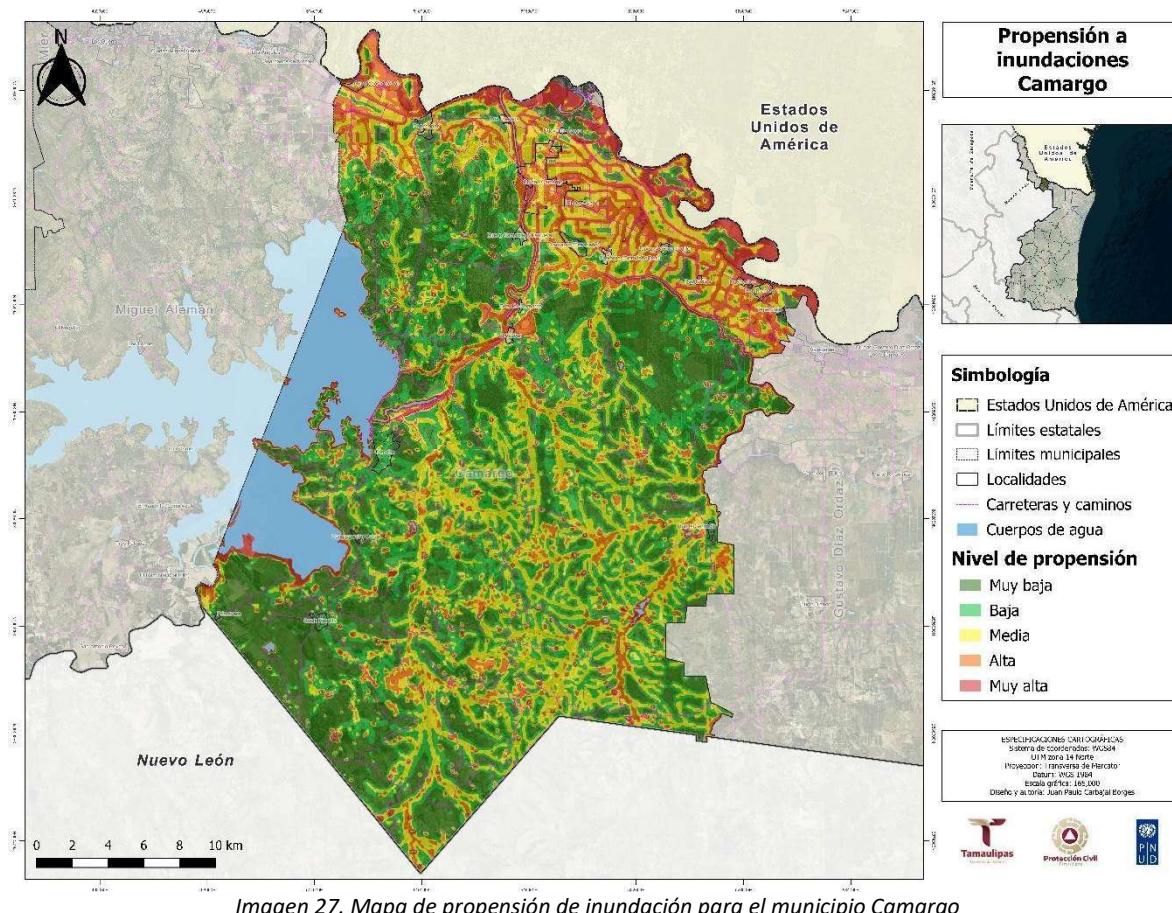


Imagen 27. Mapa de propensión de inundación para el municipio Camargo

MUNICIPIO DE GUSTAVO DÍAZ ORDAZ

La propensión a inundaciones predominante en el municipio de Gustavo Díaz Ordaz se encuentra en niveles Muy bajo (25%), Bajo (23%) y Medio (24%) que suman el 72% del área total de su superficie. De manera particular, la región centro y sur del municipio presentan niveles de propensión a inundación Muy baja y Baja. Las zonas más relevantes en estas son las contiguas al arroyo Río Santa Gertrudis y cursos de arroyos intermitentes. Sin embargo, en el extremo norte del municipio presenta zonas muy críticas que están fuertemente asociadas a la influencia de corrientes de agua permanentes e infraestructura hídrica. De manera concreta, al norte del canal principal Guillermo Rodhe, la combinación de zonas planas, áreas extensas de cultivo y una alta densidad de canales para riego; generan un área

marcadamente importante de propensión a inundaciones. En esta misma zona es dónde se concentra la mayoría de las localidades y población del municipio, por lo tanto, debería tener un estatus prioritario de monitoreo y atención.

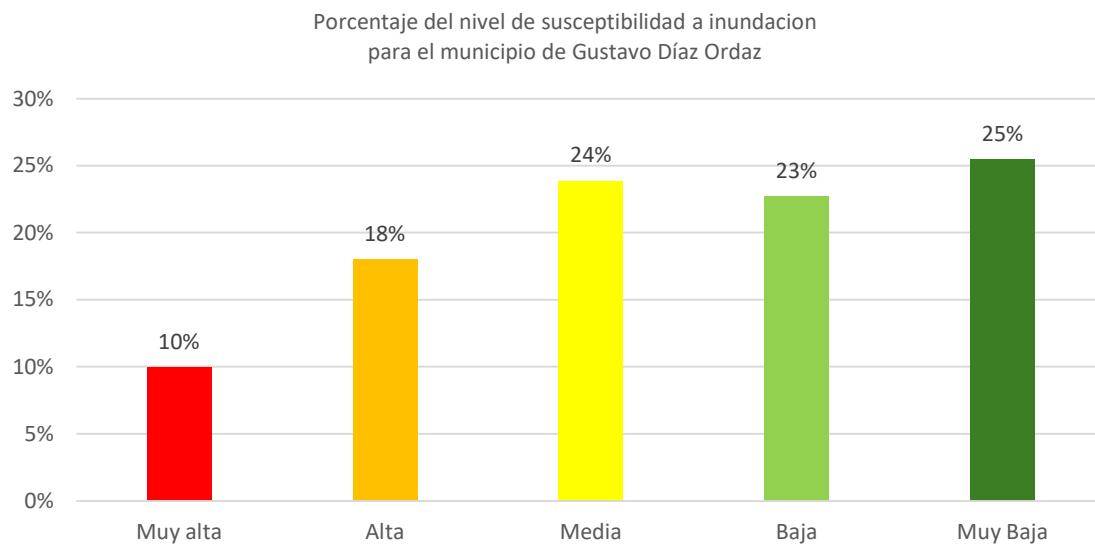


Imagen 28. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

Para la cabecera municipal, Ciudad Gustavo Díaz Ordaz, se observa que se encuentra dentro de una zona de seguridad, con niveles de propensión que va de Muy baja a Media. Sin embargo, esta situación es una isla, y la sensación de seguridad puede ser aparente. Se observa que las periferias de la mancha urbana, sobre todo aquellas que están al norte, oriente y poniente, presentan de manera marginal, zonas con niveles de propensión Altos y Muy altos. Esta situación se advierte debido a la influencia de la llanura de inundación del río Bravo y la presencia de antiguos meandros del río. Así mismo, al sur de la mancha urbana, la presencia de canales e infraestructura hídrica podrían llegar a presentar problemas, se recomiendan un monitoreo de esta región para evaluar de manera más puntual y precisa su nivel de peligro. Evitar la expansión territorial hacia el norte de la cabecera municipal y contar con una importante campaña de información y alerta temprana para las colonias de la periferia del norte de Ciudad Gustavo Díaz Ordaz resulta una recomendación importante

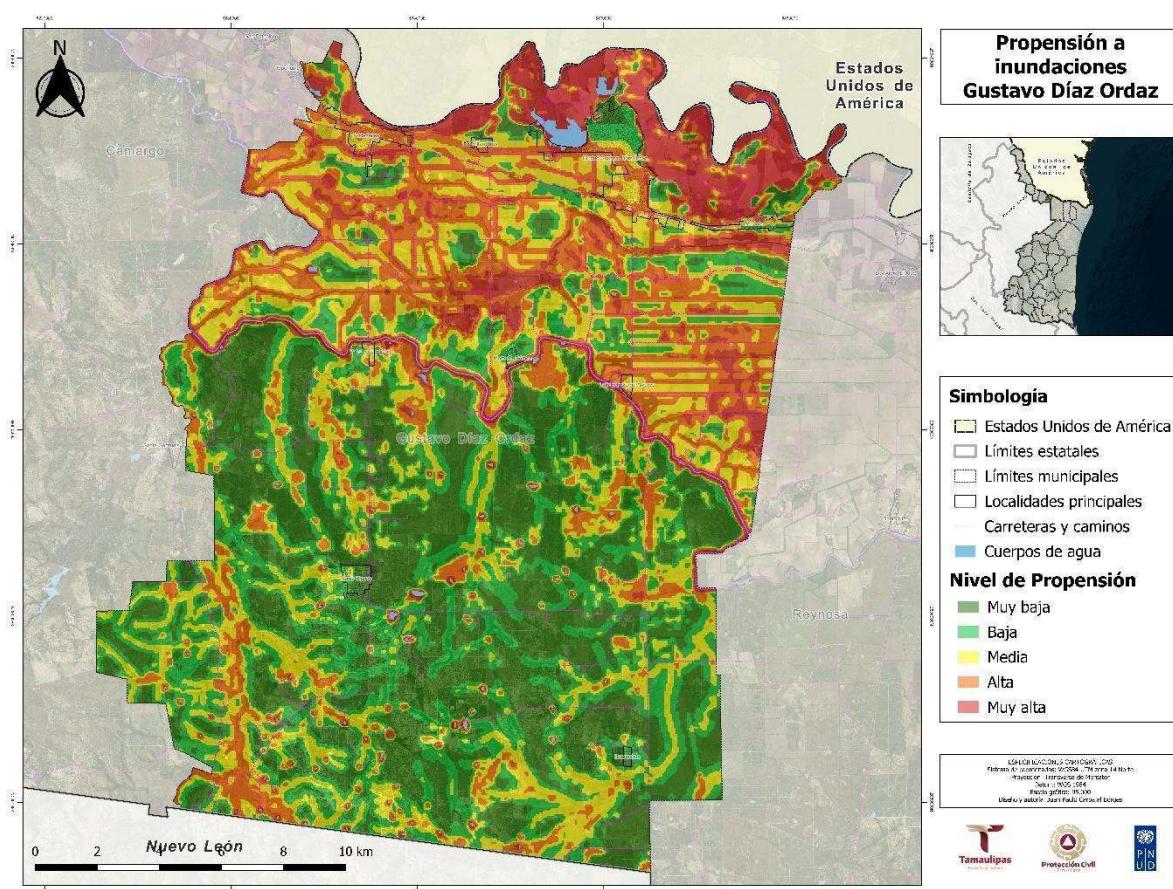


Imagen 29. Mapa de propensión de inundación para el municipio Gustavo Díaz Ordaz

MUNICIPIO DE REYNOSA

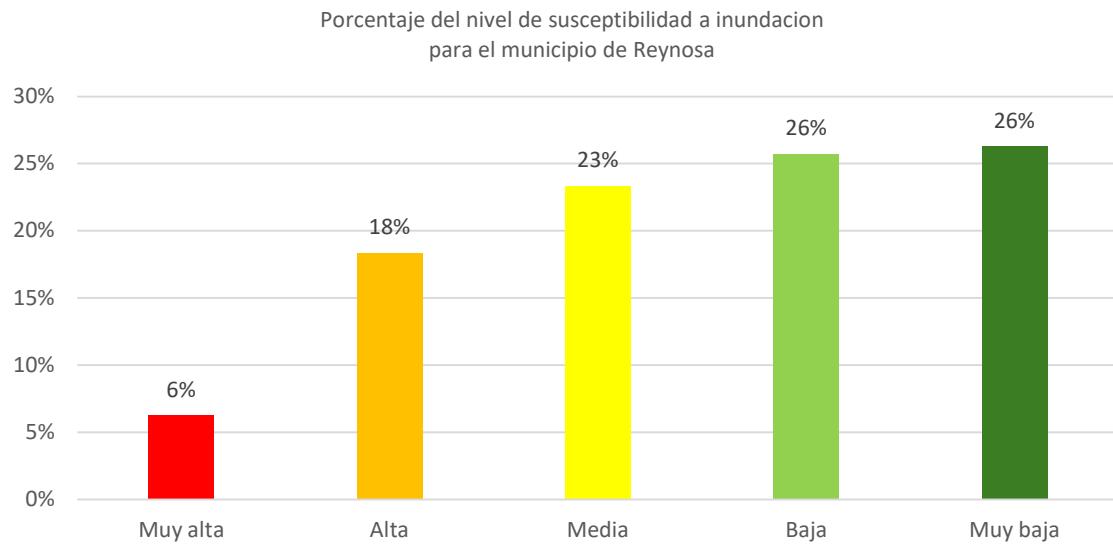
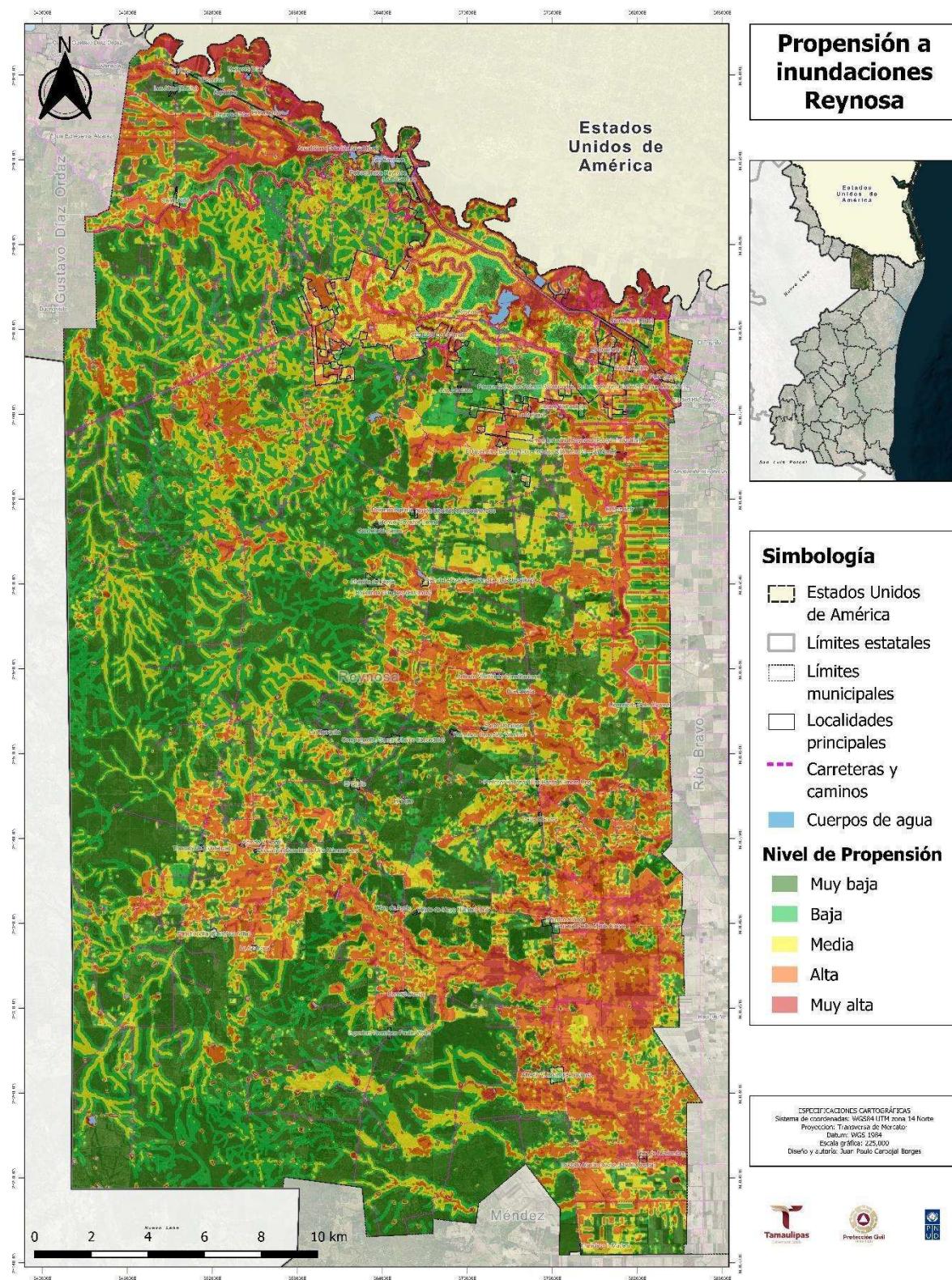


Imagen 30. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

Para el caso del municipio más poblado de la región, Reynosa, el nivel de propensión a inundaciones menos dominante en su territorio fue la Muy alta con apenas el 6%, siguiéndole Alta con 18%, Media con 23%, y Baja y Muy baja con 26% cada una. Las principales zonas con propensiones Muy altas y Altas son zonas agrícolas e inundables hacia la mitad este del municipio y extremo noroeste y noreste del municipio. En estas regiones anteriores, la presencia de infraestructura hídrica (canales de riego), la influencia del río Bravo, los grandes canales “Guillermo Rodhe” y “Anzaldúas”; son elementos hidrográficos que exacerbaban las condiciones de propensión. En general, el incremento en el nivel de propensión se ve fuertemente influenciado por la infraestructura para actividades agrícolas, además se comienzan a observar grandes extensiones de llanuras de inundación fluvial, sobre todo en la región sureste del municipio. En la zona centro-este, el canal Guillermo Rodhe se divide en una intrincada red de canales de riego que se dirigen al este. También se identifican presas de terraplén que tiene una influencia muy local en la propensión del municipio, sin embargo, cuando se encuentran en áreas donde la red de corrientes y canales es densa, su influencia se puede combinar con estos para aumentar las áreas de propensión Media a Alta.

La cabecera municipal de Reynosa presenta importantes regiones con propensiones Muy altas y Altas a inundaciones. La influencia de los canales Guillermo Rodhe y Anzaldúas, el río Bravo y sus meandros, así como la presencia de extensos cuerpos de agua dentro de la ciudad presentan una importante influencia en los niveles de inundación en su marcha urbana. Por su parte, el canal Anzaldúas y el río Bravo son responsables de niveles de propensión importantes en todo el borde fronterizo (norte), de la ciudad. La laguna Escondida y los diversos canales que se conectan con el canal principal Guillermo Rodhe, también son importantes zonas donde la propensión a inundaciones se presenta en niveles Muy Altos, y Altos. La influencia de los rasgos anteriores se identifica, principalmente hacia el centro suroeste de la mancha urbana de Reynosa. Entre las colonias más afectadas están Jacinto López II, José López Portillo II, Lázaro Cárdenas, Margarita Maza de Juárez y Ernesto Zedillo Ponce de León, y 16 de septiembre.



MUNICIPIO DE RÍO BRAVO

La proporción de los niveles de propensión en el municipio de Río Bravo se concentraron con 34% para Alto, 25% para Medio, 15% para Bajo, 13% para Muy alto, y 12% para Muy bajo. Debido a la amplia red de canales para riego que se desprenden del canal principal Guillermo Rodhe, zonas cóncavas e inundables, y extensos cultivos; la forma en la que se distribuyó la propensión en el municipio fue muy dispersa. Al realizar una inspección más detallada, se pudo identificar una zona en el centro del municipio la cual, las fuentes históricas revelan una alta frecuencia de inundaciones, principalmente asociada al gran canal Anzaldúas. En esta región se distribuyen los poblados Lázaro Cárdenas, Nueva Independencia, Grano de Oro, El Palmito, y Unión Campesina. En el extremo norte del municipio, la influencia del río Bravo, el canal Culebrín y Río Retamal, así como la presencia de antiguos meandros y canales, provocan niveles de propensión Muy Altos y Altos, amenazando localidades como Nuevo Progreso.

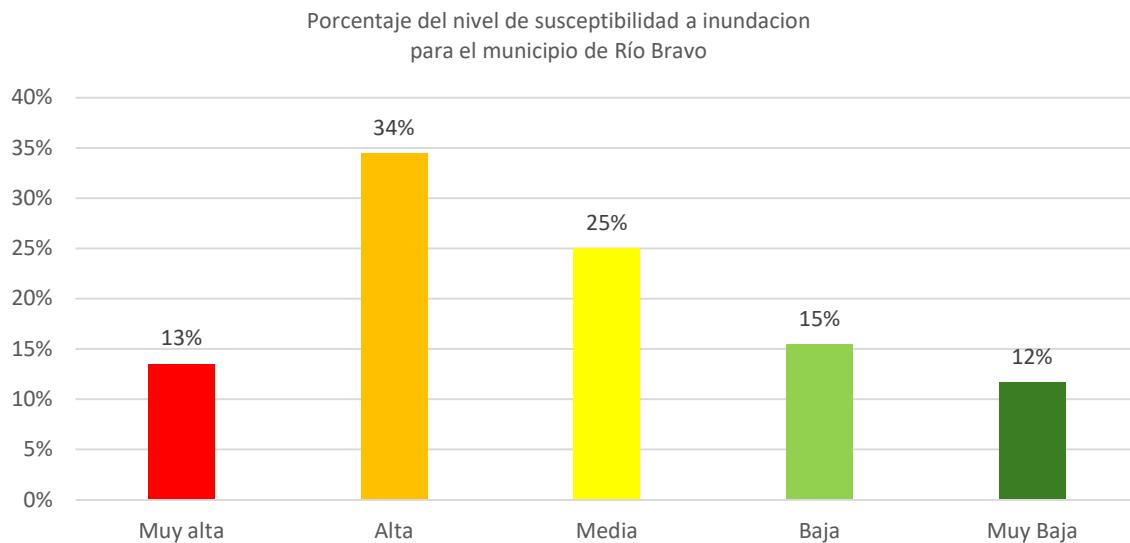


Imagen 32. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

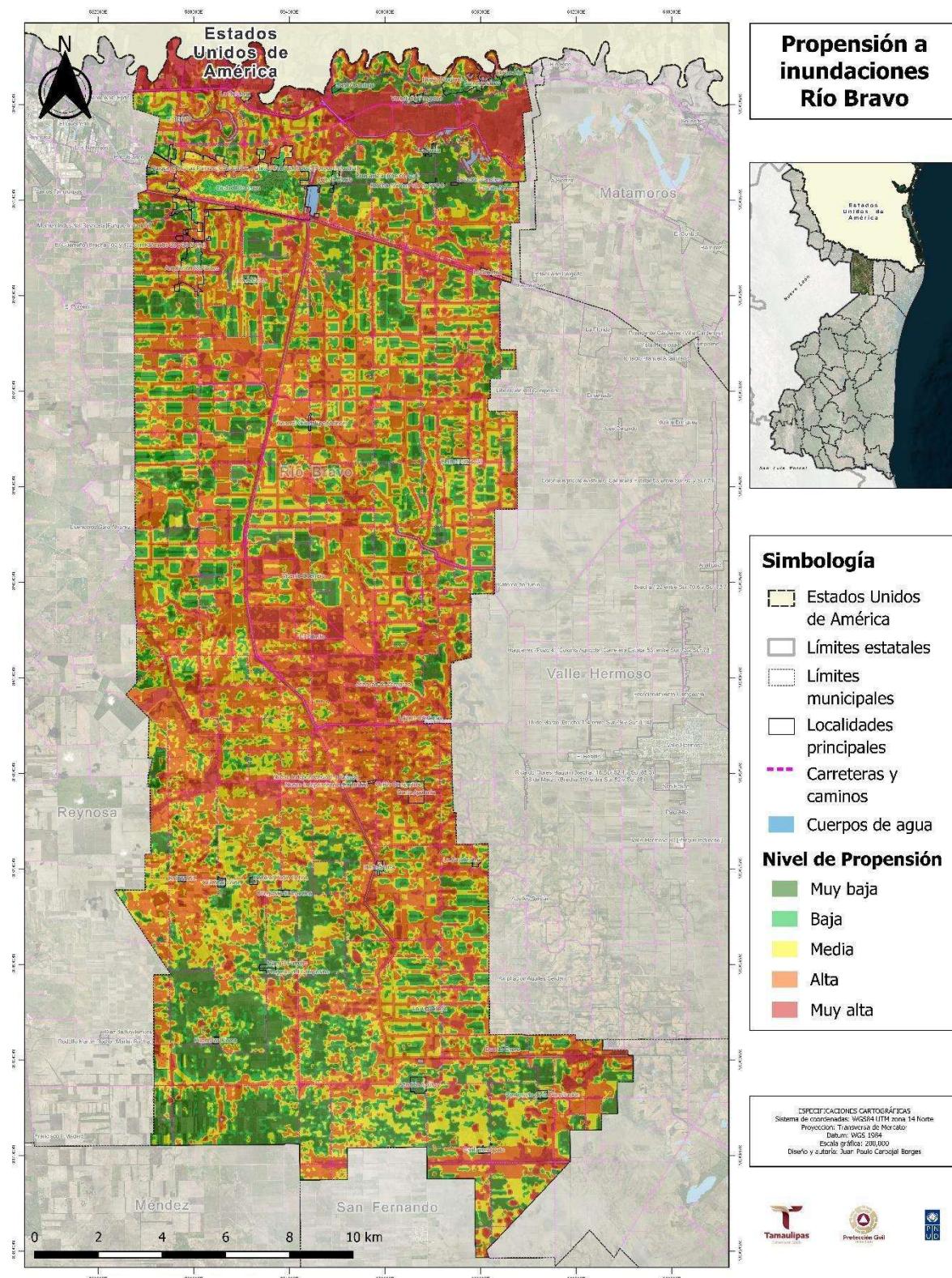


Imagen 33. Mapa de propensión de inundación para el municipio Río Bravo

La Ciudad Río Bravo presenta una variedad amplia de niveles de propensión a inundaciones. Su ubicación al costado norte del gran canal Anzaldúas y la presencia de canales como Canal Río Bravo provocan niveles de propensión altos en zonas adyacentes a estos. La ciudad se encuentra rodeada por corrientes, canales y cuerpos de agua que, en procesos de eventos extremos pueden presentar desbordamientos importantes. Por ejemplo, los niveles altos de propensión se presentan en colonias o fraccionamientos como 1ero de Mayo, Campestre, Fraccionamiento Condesa o del Carmen, Fraccionamiento Cuauhtémoc, Fraccionamiento 78-80, Río Bravo, Fovissste o la Sauteña. Más hacia la zona de Fundadores, los niveles de propensión por inundación se encuentran en niveles bajos. Esto puede sugerir una buena ubicación para establecer campamentos, centros de atención o refugios durante emergencias.

MUNICIPIO DE VALLE HERMOSO

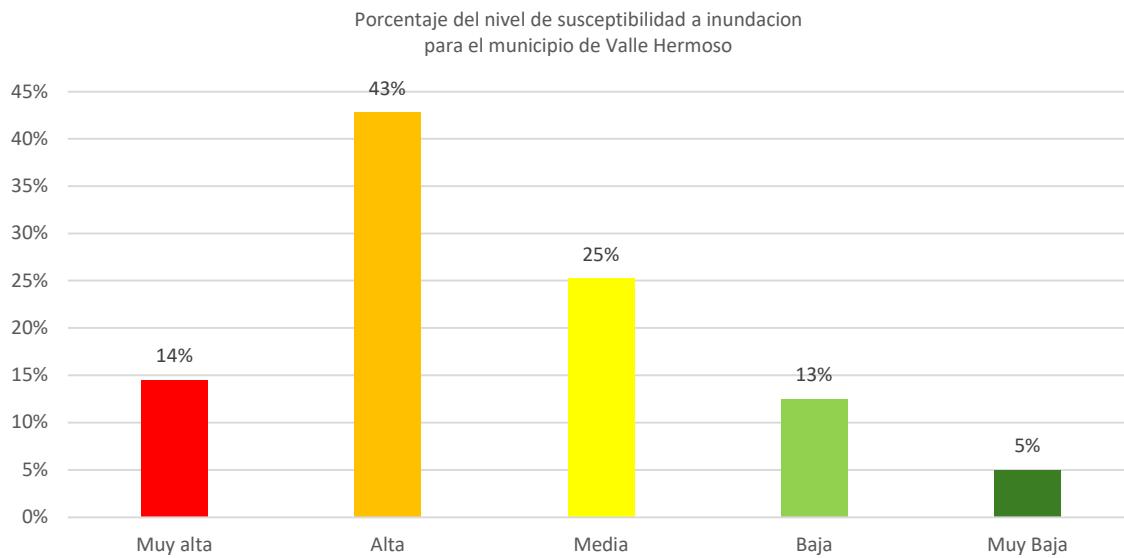
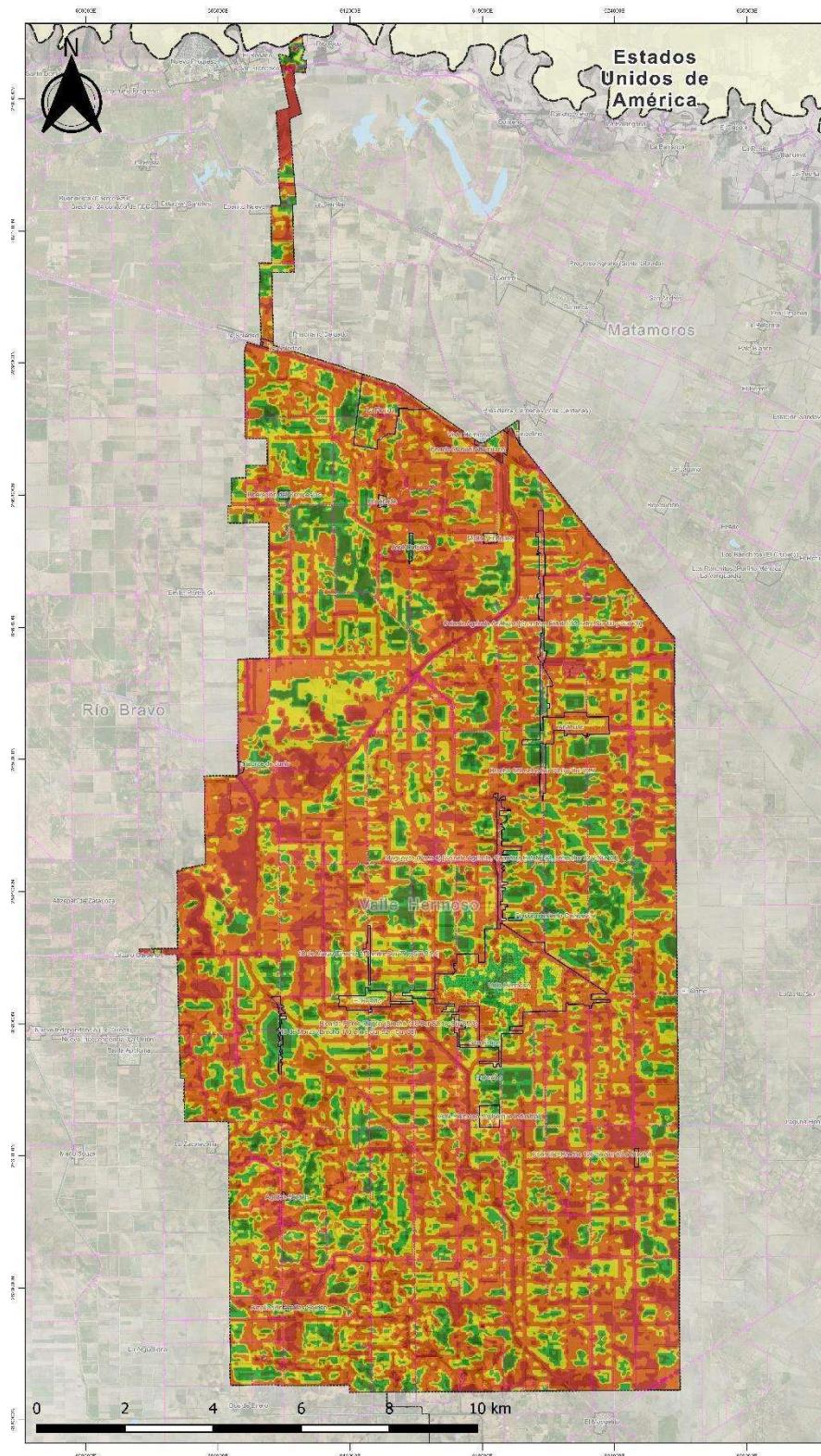


Imagen 34. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

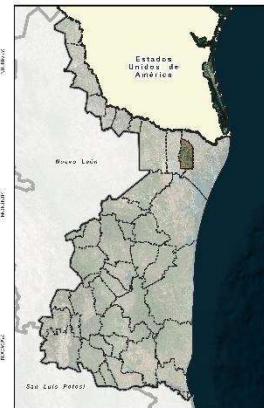
Debido a compartir cercanía geográfica y usos de suelo idénticos, la distribución de los niveles de propensión para el municipio de Valle Hermoso, son muy similares a los del municipio Río Bravo. El nivel de propensión dominante es la Alta (43%), seguido por la Media (25%), a continuación, la Muy alta (14%) y finalmente la Baja (13%) y la Muy baja (5%). De igual forma, la distribución de las zonas con mayores niveles de propensión está fuertemente asociados a la red de canales para riego, las llanuras de inundación de ríos

remanentes y zonas con topografía cóncava como antiguos causes. Esto se puede apreciar muy claramente en la zona centro-oeste y centro-norte del municipio, en las cuales la mayor concentración de áreas con niveles de propensiones Muy Altas y Altas son planicies inundables asociadas al canal Anzaldúas. Además, la mayoría de la superficie de este municipio es de tierra de cultivos, por lo tanto, la presencia de humedad del suelo o el riego por inundación son elementos importantes de identificar para esta zona. A pesar de esto, la ponderación de variables como zonas cóncavas o la recurrencia en la presencia de agua permitió identificar los niveles de propensión críticas para área urbanas o con infraestructura relevante.

La cabecera municipal de Valle Hermoso presenta niveles de propensión importantes asociados a desbordes de canales, sin embargo, esta situación se exacerba por la presencia de topografía cóncava, pendientes planas o llanuras inundables (noreste de la mancha urbana). Si bien, existen zonas dentro de la mancha urbana de Valle Hermoso con niveles de propensión Bajo y Muy bajo, importantes para identificar espacios seguros a inundaciones, la periferia es la que se encuentra con situaciones críticas. De manera relevante se puede mencionar las colonias Independencia Norte, José Silva Sánchez, San Lorenzo, Moderna, Norteña o Lindavista que caen en niveles de propensión Alto a Muy alto. Se recomienda que estas localidades cuenten con sistemas de alertamiento temprano a través de la medición de niveles de canales, y realizar ejercicios de identificación de zonas seguras para el resguardo de la población en eventos de emergencias.



Propensión a inundaciones Valle Hermoso



Simbología

- Estados Unidos de América
- Límites estatales
- Límites municipales
- Localidades principales
- Carreteras y caminos
- Cuerpos de agua

Nivel de Propensión

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

ESPCIT CALIFORNIA CARTOGRAFÍAS
Sistema de coordenadas: NGS84 UTM zona 14 norte
Proyecto: Transversa de Mercado
Datum: WGS 1984
Escala gráfica: 1:50,000
Diseño y autoría: Juan Pablo Corzojel Borges

Imagen 35. Mapa de propensión de inundación para el municipio Valle Hermoso

MATAMOROS

El municipio de Matamoros es el que presenta los niveles de propensión a inundación más importantes. El 46% de su superficie se encuentra en un nivel Muy alto, seguido por Alto (27%), Medio (15) y, Bajo y Muy bajo, con 7 y 5% respectivamente. Esta situación se debe, fundamentalmente, a que el municipio forma parte la zona más baja de la cuenca del Río Bravo, es una planicie aluvial y costera, con importante presencia de zonas cóncavas e inundables (como humedales); y terrenos ganados al mar debido al depósito de sedimentos. Así, la región que presenta niveles de propensión más altos es la zona cercana a la línea costera donde marismas, esteros y lagunas son espacios que, de manera natural, presentan regímenes de inundación permanentes o temporales. De igual modo, ya que este municipio forma parte de una importante región agrícola, la infraestructura hídrica (una amplia red de canales superficiales), se combina con aspectos geomorfológicos, que contribuyen a propensiones siempre Altas y Muy Altas.

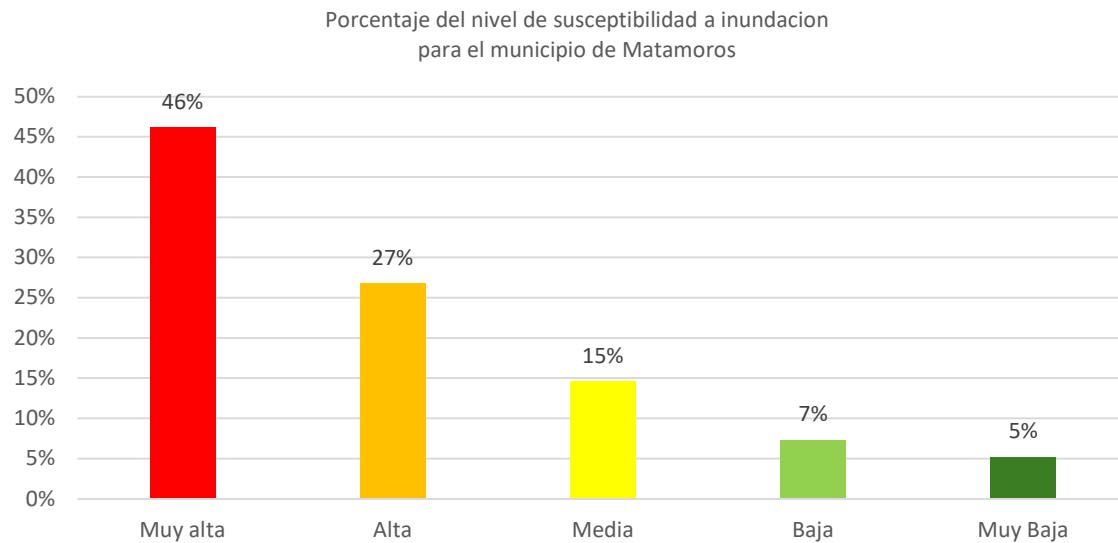


Imagen 36. Distribución de los niveles de propensión a inundaciones en el territorio municipal

En la Heroica ciudad de Matamoros, que es la segunda más poblada de los municipios fronterizos, y cabecera del municipio, el análisis de propensión a inundaciones nos indica que existen diversas zonas con niveles relevantes. Al sureste de la mancha urbana se identifica una amplia región donde desembocan diversos canales, como el de “Las Vacas”, que sirve como vaso regulador de eventos de inundación. Si bien las revisiones históricas

indican la importancia de esta zona como receptora y acumuladora de escurrimientos locales, también podemos ahora observar que la expansión urbana ya ha acaparado parte de su zona de influencia. Se identifican áreas de lotificación dentro de niveles de propensión Altos y Muy altos, lo que puede ser alarmante en términos peligros construidos de manera reciente. Así mismo, se identifican colonias periféricas como el Ejido Las Bermudas, Ejido La Estrella, fraccionamiento El Alto o Agrícola Oriental donde ya se observan niveles de propensión importantes (Alta a Muy alta).

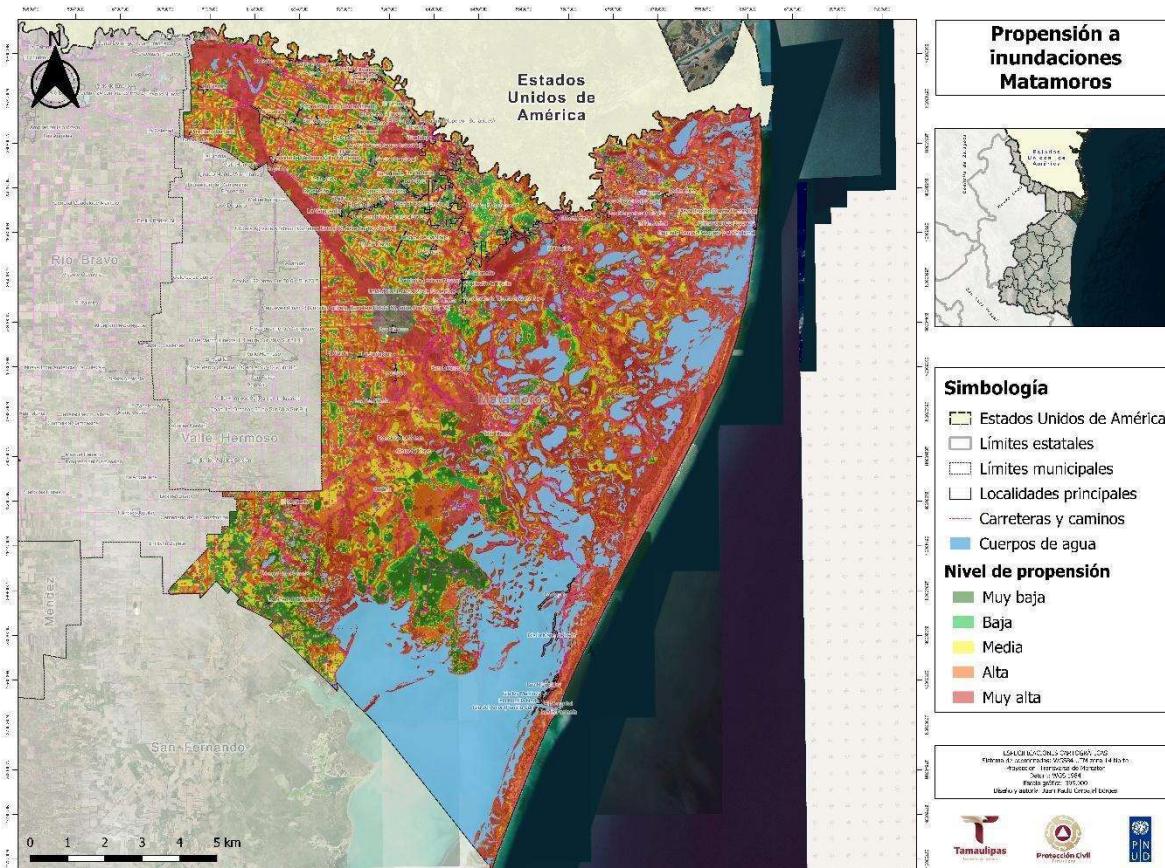


Imagen 37. Mapa de propensión de inundación para el municipio Valle Hermoso

Se recomiendan acciones importantes de divulgación del peligro, así como monitoreo de inundaciones. También es importante evitar la ocupación de esta importante región de regulación. Por otro lado, las zonas contiguas a los canales Las Vacas, El Tigre y El Diablo, así como ríos y arroyos que atraviesan la ciudad se identifican con niveles relevantes de propensión. Al mismo tiempo, los fraccionamientos que ocupan la llanura de inundación del Río Bravo, al norte de la mancha urbana como Jardín, Fraccionamiento Río, Las

Arboledas, Los Pinos y Campestre del Río I se encuentran niveles muy críticos por lo que se recomiendan estrategias que fomenten una alerta temprana y divulgación.

I. 9. CONCLUSIONES

El análisis de propensión a inundaciones en los diez municipios fronterizos de Tamaulipas permitió identificar un patrón territorial claro de riesgos diferenciados. Los mapas de superposición ponderada mostraron que las áreas con mayor propensión se concentran principalmente en las planicies costeras y en las inmediaciones de los grandes cauces fluviales, particularmente el río Bravo y sus afluentes, así como en zonas con pendientes mínimas y presencia de depresiones topográficas. Estos elementos físicos, al combinarse con la recurrencia histórica de eventos hidrometeorológicos, consolidan un mosaico territorial donde la inundación no solo es un fenómeno recurrente, sino estructural en la dinámica del paisaje.

Si bien todos los municipios presentan algún grado de susceptibilidad, se observan diferencias notorias en la extensión y distribución de los niveles de propensión. Matamoros, Reynosa y Río Bravo destacan por abarcar las mayores superficies clasificadas en niveles altos y muy altos, lo que refleja tanto su localización geográfica en planicies bajas como la densidad de infraestructura y población expuesta. En contraste, municipios de menor superficie y población, como Mier o Guerrero, exhiben áreas de propensión más acotadas, aunque no por ello menos significativas, ya que incluso una pequeña superficie inundable puede tener impactos proporcionales sobre comunidades reducidas y sus medios de vida.

Otro hallazgo clave es que las variables ambientales con mayor peso en la explicación del riesgo fueron las relacionadas con la hidrografía (cuerpos y corrientes de agua, recurrencia de agua superficial) y el relieve (pendientes y depresiones). Esto confirma que la dinámica de escurrimientos y almacenamiento temporal de agua es el principal factor estructurante de las inundaciones en esta región. En segundo término, el uso de suelo y la cobertura vegetal emergen como condicionantes relevantes, ya que la transformación de humedales, la expansión agrícola y el crecimiento urbano no planificado han reducido la capacidad natural del territorio para absorber o desviar excedentes hídricos.

Finalmente, la integración de imágenes satelitales (Sentinel-1) para documentar cinco eventos históricos recientes permitió validar la metodología y demostrar que las zonas identificadas como de alta propensión coinciden con áreas que efectivamente se han inundado en la última década. Esta correspondencia otorga solidez al modelo, al tiempo que visibiliza la necesidad de incorporar de manera sistemática fuentes de información remota en la vigilancia y actualización de los Atlas de Riesgo.

IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

Uso inmediato en la actualización del Atlas Estatal y Municipales de Riesgo. Los Atlas de Riesgo son el marco de referencia para la política pública en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo y, por ley, deben actualizarse de forma permanente (al menos cada 5 años); además, su vigencia condiciona la elegibilidad de obras y acciones de reducción del riesgo con financiamiento federal. En ese contexto, los productos de este estudio —mapa integrado de propensión y mapas por municipio— son insumos directos para:

- Actualizar la cartografía temática de inundaciones (susceptibilidad/propensión) en el Atlas estatal y en los diez municipios de la franja fronteriza analizados (Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso, Matamoros)
- Alinear el contenido con la Guía de Contenido Mínimo del ANR 2016 y con la Guía Básica SSPC—CENAPRED (Fenómenos Hidrometeorológicos) y los Términos de Referencia SEDATU, que permiten metodologías alternas de susceptibilidad cuando el modelaje hidráulico detallado es inviable a gran escala
- Aprovechar la escala y cobertura: al integrar variables de hidrografía, relieve (pendiente, depresiones), uso de suelo/vegetación, litología, edafología, y la evidencia de inundaciones históricas con Sentinel-1 y series de Global Surface Water, el estudio entrega capas armonizadas y recortadas al área de estudio, listas para su incorporación SIG

Planeación territorial y ordenamiento del uso de suelo. El documento subraya que municipios y estados son los principales actores en la regulación del territorio (zonificación,

servicios e infraestructura) y que los AR orientan esa política. Con base en ello, las salidas de propensión a inundaciones permiten:

- Delimitar zonas no aptas o condicionadas para nuevos asentamientos, infraestructura crítica y equipamientos, integrando criterios de propensión alta/muy alta en instrumentos de ordenamiento y desarrollo urbano.
- Compatibilizar usos de suelo con la función hidrológica del territorio (p. ej., conservar/recuperar humedales o llanuras de inundación) cuando la cartografía de propensión lo indique.
- Jerarquizar reservas territoriales y corredores de evacuación, con base en la continuidad espacial de las áreas de mayor propensión identificadas en los mapas municipales

Operación de Protección Civil y preparación ante emergencias. Dado el papel de los municipios y el estado como primeras instancias operativas de Protección Civil, la cartografía de propensión:

- Focaliza zonas críticas para prevención, vigilancia y pre posicionamiento de recursos (refugios, insumos, equipo), especialmente donde confluyen baja pendiente, depresiones y proximidad a cuerpos/corrientes de agua.
- Optimiza rutas de evacuación y puntos de control en polígonos de alta propensión, cruzando la información con la distribución de localidades y población (sintetizada en el área de estudio).
- Fortalece la alerta temprana al ofrecer un “screening” espacial replicable que prioriza dónde detonar monitoreos específicos (hidrométricos, pluviales, niveles lagunares) y, en su caso, modelajes hidráulicos locales de mayor resolución.

Nota metodológica (para uso operativo): este estudio usa Análisis Multicriterio con suma ponderada, integrando 14 capas y validando con cinco eventos históricos mapeados por Sentinel-1. Esto no sustituye modelajes hidráulicos en segmentos urbanos o de infraestructura específicos, pero sí maximiza cobertura espacial y agilidad para priorizar esfuerzos, en línea con las guías oficiales cuando el modelaje detallado no es factible a la escala regional analizada

Priorización de inversión pública y mantenimiento de infraestructura. En congruencia con el uso de los AR para dirigir inversiones públicas y privadas, la propensión a inundaciones apoya:

- Programas de mantenimiento (desazolve, drenaje pluvial, bordos, alcantarillado) priorizados por polígonos y subcuenca con mayor propensión.
- Jerarquización de proyectos de reducción del riesgo (p. ej., ampliación de capacidad de cauces, restauración de humedales, soluciones basadas en la naturaleza) donde la evidencia multifuente (hidrografía, pendientes, depresiones, GSW, eventos históricos) converge en altas ponderaciones.
- Criterios de localización para infraestructura estratégica (salud, educación, seguridad) fuera de las zonas de propensión alta/muy alta, reduciendo exposición futura

Enfoque de vulnerabilidad social y exposición. El objetivo del estudio incluye caracterizar la vulnerabilidad social asociada a la propensión a inundaciones en los diez municipios. En términos de gestión:

- La cartografía de propensión facilita cruces sistemáticos con variables socio-demográficas (población, localidades) ya sintetizadas a escala municipal en el documento, para identificar hot-spots de exposición y planear intervenciones diferenciales (urbano/rural, localidades pequeñas con vías limitadas).
- Al estar en regiones donde la recurrencia histórica y la estructura del relieve condicionan la acumulación y los escurrimientos, las acciones de reducción de vulnerabilidad (mejoramiento de vivienda, reconversión de usos, educación del riesgo) pueden focalizarse territorialmente con mayor precisión.

Gobernanza de datos, monitoreo y actualización periódica. El riesgo es dinámico; la ley exige actualización periódica de los AR. La metodología aquí utilizada es escalable y actualizable:

- Incorpora fuentes remotas (Sentinel-1 SAR; GSW 1984–2022), MDE-T LiDAR (5 m), y capas nacionales oficiales (hidrografía 2.0, uso de suelo/vegetación, edafología, litología), todas estandarizadas a un pixel de 60 m para el análisis multicriterio.

- Este andamiaje permite reprocesar el mapa de propensión cuando haya nuevos eventos (p. ej., declaratorias), nuevos datos climáticos/hidrométricos o actualizaciones de INEGI/SGM, manteniendo trazabilidad y compatibilidad con SIG institucionales.
- Recomienda institucionalizar un ciclo de actualización (p. ej., anual para eventos y cada quinquenio para revisión integral), coherente con la normativa y con la operación de Protección Civil

Enlace con política pública de adaptación al cambio climático. El documento destaca que los AR apoyan la adaptación ante el aumento en frecuencia/intensidad de eventos extremos y la variabilidad de precipitación. Por tanto:

- Los mapas de propensión sustentan la planificación de adaptación (p. ej., zonas de retención temporal, restauración de humedales, control de ocupación en planicies de inundación).
- Facilitan la comunicación del riesgo y la sensibilización comunitaria, elementos claves para la resiliencia y la coordinación interinstitucional.

VULNERABILIDAD SOCIAL Y EXPOSICIÓN

Población y localidades en riesgo. La franja fronteriza de Tamaulipas reúne a más de 1.93 millones de personas (2020), lo que equivale al 54.8 % de la población estatal, distribuida en 2,249 localidades (34.2 % del total en Tamaulipas). Este volumen demográfico, concentrado en apenas 21 % del territorio estatal, refleja una alta densidad poblacional y, por ende, una mayor exposición potencial a inundaciones.

- Municipios con mayor exposición absoluta: Reynosa (704,767 habitantes), Matamoros (541,979) y Nuevo Laredo (425,058), concentran más del 85 % de la población de la franja. Sus planicies bajas, cruzadas por corrientes superficiales y con fuerte presión urbana e industrial, incrementan el impacto potencial de cada evento de inundación.
- Municipios con menor población, pero alta fragilidad relativa: Guerrero (3,803 hab.), Mier (6,385) y Gustavo Díaz Ordaz (15,677) tienen poblaciones reducidas; sin embargo, la presencia de localidades pequeñas y dispersas implica limitaciones para la evacuación, acceso a servicios básicos y capacidad de respuesta en emergencias.

En este sentido, el tamaño poblacional no es el único determinante de la vulnerabilidad. Mientras en ciudades como Reynosa o Matamoros la principal amenaza es la magnitud del daño y las pérdidas económicas, en municipios pequeños la vulnerabilidad radica en la capacidad limitada de respuesta y recuperación, incluso frente a eventos de menor escala.

Localización de asentamientos y desigualdad territorial. La información de localidades revela contrastes importantes: Matamoros, con 610 localidades, y Reynosa, con 278, presentan una gran dispersión territorial, lo cual amplía la superficie expuesta a inundaciones en zonas rurales y periurbanas. En contraste, Nuevo Laredo, con solo 29 localidades, concentra gran parte de su población en la ciudad cabecera, lo que implica una exposición más localizada pero altamente densa.

Este patrón de desigualdad territorial influye directamente en la vulnerabilidad:

- Asentamientos dispersos (ej. en Camargo, Río Bravo o Guerrero) están más expuestos a limitaciones en el acceso a vías de evacuación y servicios de emergencia, sobre todo en eventos pluviales que interrumpen caminos rurales.
- Asentamientos urbanos densos (Reynosa, Matamoros) están expuestos a inundaciones pluviales urbanas por saturación de drenajes, lo que afecta rápidamente a grandes poblaciones y genera impactos económicos directos en infraestructura productiva.

Factores ambientales y vulnerabilidad social combinada. El estudio mostró que las variables ambientales con mayor peso en la propensión fueron la hidrografía (recurrencia de agua, cuerpos y corrientes) y el relieve (pendiente y depresiones). Estas condiciones se sobreponen con los patrones de asentamiento humano, generando contextos de vulnerabilidad combinada:

- Localidades ubicadas en planicies de inundación o cerca de corrientes intermitentes tienen mayor probabilidad de quedar aisladas durante eventos extremos.
- La expansión urbana en planicies costeras (Matamoros, Valle Hermoso) y sobre suelos de baja infiltración aumenta el riesgo de inundaciones pluviales recurrentes, incluso con precipitaciones moderadas.

- En municipios pequeños, las limitaciones de servicios de salud, transporte y abasto amplifican la vulnerabilidad de comunidades enteras, que pueden quedar expuestas a pérdidas proporcionales muy altas respecto a su capacidad de recuperación.

Desigualdades sociales y capacidad de respuesta. De acuerdo con el marco de la Ley General de Protección Civil, los municipios y estados son los responsables primarios de proveer servicios de protección civil. Sin embargo, existen desigualdades marcadas en capacidades institucionales:

- Los grandes centros urbanos tienen mayor infraestructura y recursos, pero también una demanda exponencialmente mayor en caso de desastre.
- Los municipios de menor tamaño cuentan con estructuras administrativas limitadas, lo que dificulta la gestión del riesgo más allá de acciones básicas.

Esto sugiere que la vulnerabilidad social en Tamaulipas no es homogénea: depende tanto de la propensión física del territorio como de la capacidad diferenciada de los municipios para enfrentar emergencias.

Hacia una focalización de acciones. La caracterización de vulnerabilidad social permite plantear líneas estratégicas:

- En municipios urbanos (Reynosa, Matamoros, Nuevo Laredo): fortalecer drenaje pluvial, planes de evacuación masiva, infraestructura crítica fuera de zonas de alta propensión y educación comunitaria sobre riesgo.
- En municipios con población dispersa (Camargo, Guerrero, Mier, Gustavo Díaz Ordaz): inversión en caminos seguros, sistemas de alerta temprana locales y protocolos de evacuación diferenciados para localidades pequeñas.
- En zonas periurbanas y rurales intermedias (Río Bravo, Valle Hermoso, Miguel Alemán): integrar acciones mixtas que combinen soluciones basadas en la naturaleza (restauración de humedales, conservación de suelos) con mejoras en infraestructura de drenaje.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Escala de análisis y resolución de los datos. El área de estudio abarca aproximadamente 16,864 km², equivalente al 21 % del territorio estatal, con una población cercana a los dos millones de habitantes. Esta extensión tan amplia hizo inviable la aplicación de metodologías tradicionales de modelación hidráulica e hidrológica de alta precisión, que requieren insumos como batimetrías de cuerpos de agua, simulación de flujos y análisis de velocidades de escurrimientos a nivel detallado. En consecuencia, se optó por una estrategia multicriterio (AMC con suma ponderada), que ofrece cobertura regional completa, pero sacrifica la precisión local en la simulación de dinámicas hidrológicas complejas.

Asimismo, aunque se incorporaron insumos de alta resolución (MDE-T LiDAR a 5 m), para homogenizar todas las capas se reescalaron a 60 m de píxel. Esto asegura consistencia espacial, pero implica una pérdida relativa de detalle fino, que podría ser crucial para estudios urbanos o de infraestructura puntual.

Limitaciones en la información climatológica e hidrológica. El propio documento reconoce que la calidad y disponibilidad de datos diarios de estaciones climatológicas en la región es limitada y desactualizada. Esta restricción afectó la posibilidad de calibrar modelos hidrológicos o hidrodinámicos basados en series temporales locales. En consecuencia, se recurrió a bases de datos globales (ej. IMERG de la NASA para precipitación y GSW para recurrencia de agua), que son robustas, pero operan con resoluciones y escalas temporales más generales que las estaciones locales.

Otro punto crítico es que los mapas de peligro por inundación de los Atlas municipales (2009) fueron incorporados como insumo, aunque no siempre reflejan condiciones actuales de urbanización, infraestructura o cambios ambientales, son útiles para robustecer la ponderación, estos mapas pueden presentar desfasamientos temporales.

Dependencia de imágenes satelitales y procesamiento remoto. El análisis incluyó 24 escenas Sentinel-1 (SAR) asociadas a cinco eventos extremos recientes (2017–2021), que

permitieron validar la propensión mediante detección de superficies inundadas. Sin embargo, este enfoque tiene limitaciones:

- Los umbrales de retrodispersión (dB) para distinguir agua y tierra varían por escena, lo que introduce incertidumbre en la clasificación.
- La serie de eventos, aunque significativa, no cubre toda la variabilidad climática histórica; inundaciones anteriores a 2015 no pudieron analizarse con el mismo nivel de detalle.
- El uso de sensores ópticos como Sentinel-2 fue descartado por nubosidad en las fechas clave, reduciendo el abanico de contrastes posibles.

Esto subraya que el método, aunque sólido, depende de ventanas temporales específicas y condiciones atmosféricas favorables.

Enfoque metodológico: ventajas y limitaciones del AMC. El Análisis Multicriterio (AMC) con Proceso Jerárquico Analítico permitió integrar 14 variables de distinta naturaleza en un marco flexible y replicable. No obstante:

- Los pesos asignados a las variables se basan en una revisión bibliográfica de estudios similares, lo que aporta objetividad relativa, pero también puede introducir sesgos derivados de contextos distintos (geográficos, climáticos, socioambientales).
- El método, por su naturaleza, genera mapas de propensión relativa, no de peligro absoluto. Es decir, identifica dónde es más probable que ocurran inundaciones, pero no ofrece estimaciones cuantitativas de profundidad, velocidad de flujo o caudales esperados.
- Su fortaleza radica en el carácter integrador y comparativo, pero debe complementarse con modelajes hidráulicos/hidrológicos locales cuando se planifiquen obras de infraestructura o medidas específicas de mitigación.

Aspectos institucionales y operativos. La metodología fue diseñada en el marco de la actualización del Atlas Estatal de Riesgos de Tamaulipas, por lo que su principal limitación es de tipo institucional:

- El éxito de los productos generados depende de su adopción por las autoridades estatales y municipales de Protección Civil.
- El estudio reconoce que los municipios son el primer nivel operativo, pero también el más desigual en capacidades administrativas. Sin una estrategia de fortalecimiento institucional, la cartografía de propensión corre el riesgo de no ser plenamente utilizada en la planeación y respuesta.

RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES Y ACTUALIZACIONES

Profundizar en modelajes hidráulicos e hidrológicos locales. Aunque el análisis multicriterio y la integración de imágenes satelitales ofrecen una visión robusta a escala regional, la planificación de obras específicas requiere contar con modelajes hidráulicos e hidrológicos de detalle. Se recomienda:

- Realizar simulaciones de flujos y batimetrías en tramos críticos del río Bravo y sus afluentes, así como en las planicies costeras (ej. Matamoros, Valle Hermoso).
- Implementar modelos urbanos de drenaje pluvial en Reynosa, Nuevo Laredo y Matamoros, donde la concentración poblacional multiplica el riesgo.
- Complementar la cartografía de propensión con curvas de daño (profundidad-afectación) para infraestructura crítica y sectores productivos.

Mejorar y ampliar la base de datos climatológica e hidrométrica. El documento reconoce que las estaciones climatológicas locales presentan datos limitados y desactualizados. Es indispensable:

- Expandir la red de estaciones hidrométricas y pluviómetros automáticos, con cobertura en municipios de baja densidad (Guerrero, Mier, Gustavo Díaz Ordaz) donde la carencia de datos limita la capacidad de anticipación.
- Integrar bases de datos globales (IMERG, ERA5, CHIRPS) con registros locales, para construir series históricas más completas y calibrar modelos regionales de precipitación e inundación.
- Desarrollar un repositorio estatal unificado de datos hidrometeorológicos accesible a Protección Civil, universidades y municipios.

Incorporar indicadores sociales y económicos en el análisis de riesgo. El estudio actual se centró en la propensión física y en una caracterización básica de población y localidades.

Para avanzar hacia un índice de riesgo integral, se recomienda:

- Integrar variables de condiciones de vivienda, pobreza, marginación, acceso a servicios de salud, educación y transporte.
- Construir un Índice de Vulnerabilidad Social a Inundaciones adaptado a Tamaulipas, que pueda cruzarse con la propensión física en cada municipio.
- Evaluar la capacidad de respuesta municipal (recursos humanos, equipo, planes de emergencia), como parte de la vulnerabilidad institucional.

Fortalecer la actualización periódica con nuevas fuentes satelitales. El análisis usó cinco eventos históricos detectados con Sentinel-1. Para mantener actualizado el Atlas de Riesgos, se sugiere:

- Implementar un protocolo de monitoreo anual de inundaciones con Sentinel-1 SAR y otras misiones (Sentinel-2 óptico, Landsat 9, MODIS).
- Usar series temporales multidecádicas como GSW (1984–2022) para validar tendencias de expansión o retracción de cuerpos de agua.
- Incluir técnicas de machine learning y clasificación automática en QGIS/Google Earth Engine para acelerar la detección de superficies inundadas.

Desarrollar soluciones basadas en la naturaleza y adaptación al cambio climático. El documento señala que los AR también sirven para diseñar medidas de adaptación al cambio climático. Con base en ello:

- Identificar zonas donde la restauración de humedales y llanuras de inundación pueda reducir la exposición de poblaciones aledañas.
- Promover prácticas de manejo de suelos agrícolas que mejoren la infiltración y reduzcan escorrentías en municipios con fuerte uso agrícola (Camargo, Río Bravo, Valle Hermoso).
- Incluir escenarios climáticos futuros (p. ej. proyecciones de precipitación y nivel del mar) para anticipar cambios en la propensión.

Impulsar la colaboración institucional y comunitaria. El éxito de este tipo de estudios depende de la adopción por los municipios. Para garantizarlo:

- Establecer un mecanismo de capacitación para técnicos municipales en el uso de los mapas de propensión en la planeación territorial.
- Incluir a las comunidades locales en la validación de zonas críticas, mediante ejercicios participativos de mapeo de riesgos y rutas de evacuación.
- Promover convenios entre universidades, CENAPRED y el Gobierno del Estado para dar continuidad académica y técnica a la actualización periódica.

Consolidar un ciclo de actualización del Atlas Estatal de Riesgos. En coherencia con la Ley General de Protección Civil, que obliga a actualizar los AR al menos cada 5 años:

- Definir un ciclo de actualización quinquenal con revisiones intermedias cada año para eventos extremos.
- Aprovechar la escalabilidad del AMC, que permite incorporar nuevas variables y reajustar pesos sin rehacer toda la metodología.
- Institucionalizar un sistema estatal de indicadores de riesgo que combine la propensión, la vulnerabilidad social e institucional, y la capacidad adaptativa.

CONTRIBUCIÓN A LA POLÍTICA PÚBLICA Y TOMA DE DECISIONES

Vinculación con la Ley General de Protección Civil y el marco normativo. La Ley General de Protección Civil (DOF, 2021) establece que los Atlas de Riesgo son el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo. Este estudio aporta directamente a ese mandato, ya que:

- Proporciona una cartografía actualizada de propensión a inundaciones para diez municipios que concentran más de la mitad de la población estatal.
- Genera insumos técnicos que fortalecen la obligación de actualización quinquenal de los Atlas, condición indispensable para acceder a financiamiento federal en obras de mitigación y reducción del riesgo.

- Da cumplimiento a las guías oficiales (CENAPRED 2016; SSPC–CENAPRED 2021; SEDATU 2018) que permiten metodologías alternas basadas en análisis multicriterio cuando el modelaje hidráulico detallado no es factible

En este sentido, los productos cartográficos y metodológicos de este trabajo se alinean con los instrumentos de política pública federales, facilitando su adopción por las autoridades estatales y municipales.

Orientación para la planeación territorial y el ordenamiento urbano. Los resultados permiten incorporar criterios de riesgo en los planes de desarrollo urbano, programas de ordenamiento ecológico y territorial, y autorizaciones de uso de suelo. Esto representa un salto cualitativo respecto al Atlas estatal de 2010, que no disponía de la resolución ni de la integración de eventos históricos satelitales. Con ello, los municipios pueden:

- Definir zonas no urbanizables o de uso condicionado en áreas de propensión alta o muy alta.
- Jerarquizar proyectos de infraestructura y equipamiento social fuera de zonas de riesgo.
- Fortalecer la prevención ex ante, evitando la generación de nueva vulnerabilidad a través de asentamientos en zonas inundables.

Fortalecimiento de la Protección Civil estatal y municipal. La Ley reconoce a los municipios como la primera línea de respuesta en emergencias. Sin embargo, existe desigualdad institucional: municipios como Reynosa o Matamoros tienen mayores capacidades, mientras que Guerrero o Mier cuentan con recursos limitados. El estudio contribuye al cierre de esta brecha al entregar:

- Mapas estandarizados y replicables que pueden ser usados incluso en municipios con capacidades técnicas limitadas.
- Una herramienta de priorización espacial para focalizar recursos de Protección Civil (refugios, equipos, rutas de evacuación).
- Una base para ejercicios de capacitación y simulacros comunitarios, ya que los mapas de propensión permiten identificar de manera clara las áreas críticas.

Conexión con la agenda de desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático. La actualización de los Atlas no solo cumple con la política nacional de Protección Civil, sino que también se vincula con la agenda internacional de adaptación al cambio climático. El documento señala que el riesgo de inundaciones se agrava por la mayor frecuencia de eventos extremos, variaciones en la precipitación y aumento del nivel del mar. En este marco, los resultados del estudio contribuyen a:

- La identificación de áreas vulnerables para la adaptación.
- La planificación preventiva de infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza.
- El fortalecimiento de la resiliencia comunitaria frente a escenarios climáticos futuros.

Transparencia, comunicación y sensibilización social del riesgo. El mapa de propensión y los productos municipales son herramientas visuales y pedagógicas que facilitan la comunicación del riesgo. Estos insumos pueden ser integrados en:

- Campañas de sensibilización comunitaria, mostrando a la población de manera clara las áreas más propensas a inundarse.
- Estrategias de educación para la prevención, tanto en escuelas como en comunidades rurales.
- Procesos de participación ciudadana en la gestión del territorio, fortaleciendo el vínculo entre ciencia, política y sociedad.

Así, el presente estudio constituye un esfuerzo por ofrecer a Tamaulipas una visión renovada del riesgo de inundaciones, en un momento en el que la dinámica climática y social exige respuestas cada vez más oportunas y basadas en evidencia. La cartografía de propensión generada, sustentada en análisis multicriterio, imágenes satelitales y fuentes oficiales, no es únicamente un producto técnico; es, sobre todo, un instrumento de diálogo entre ciencia, política pública y comunidades.

La principal conclusión que se desprende de este trabajo es que las inundaciones no deben ser entendidas como eventos aislados, sino como procesos estructurales del territorio. La recurrencia de eventos históricos, la presencia de planicies y depresiones, la presión sobre

humedales y cauces, así como la concentración de población en áreas de alta propensión, revelan que el riesgo está íntimamente ligado a la forma en que el territorio se habita y transforma. Este reconocimiento es fundamental: implica pasar de una visión reactiva, centrada en la atención de desastres, a una visión proactiva y preventiva, que integre el riesgo como criterio central de ordenamiento y desarrollo.

En este sentido, la investigación reafirma que los Atlas de Riesgo son más que un requisito legal; son herramientas vivas que, cuando se actualizan y utilizan correctamente, tienen el potencial de salvar vidas, reducir pérdidas económicas y orientar políticas de desarrollo sostenible. En Tamaulipas, donde más de la mitad de la población estatal reside en los municipios fronterizos analizados, la actualización del Atlas Estatal de Riesgos es también un ejercicio de justicia territorial y social: garantiza que comunidades urbanas y rurales, grandes y pequeñas, cuenten con información para anticiparse a los desastres.

Al mismo tiempo, el estudio pone de relieve una verdad incómoda: no todos los municipios están en condiciones de responder de la misma forma. La vulnerabilidad social, marcada por desigualdades en recursos, capacidades institucionales y acceso a servicios, exige que la política pública se construya con un enfoque diferenciado. Lo que en Reynosa implica fortalecer drenajes urbanos y planes masivos de evacuación, en Guerrero o Mier significa asegurar caminos transitables y refugios básicos. Esta diversidad de realidades municipales muestra que la gestión del riesgo debe ser multiescalar, flexible y sensible a la heterogeneidad del territorio.

Las limitaciones metodológicas aquí reconocidas —dependencia de imágenes satelitales, homogeneización de resoluciones, carencia de modelajes hidráulicos detallados y de indicadores sociales a nivel microterritorial— no demeritan el valor del estudio; al contrario, subrayan la necesidad de concebirlo como una base inicial sobre la cual seguir construyendo conocimiento y capacidades. Los mapas de propensión son una brújula confiable para orientar decisiones inmediatas, pero también una invitación a complementar la mirada con modelajes locales, datos climatológicos de mayor detalle y la incorporación de variables sociales e institucionales.

De cara al futuro, el estudio propone un camino claro: fortalecer la resiliencia comunitaria y territorial mediante una estrategia integral que combine la ciencia de datos satelitales, los marcos normativos nacionales, las experiencias locales y la participación ciudadana. La gestión del riesgo en Tamaulipas no puede reducirse a una tarea técnica; es una tarea política y social que demanda corresponsabilidad entre Estado, municipios, comunidades y sector privado.

Finalmente, el aprendizaje más profundo que deja este ejercicio es que el riesgo de inundaciones no es estático. Las condiciones climáticas globales están intensificando la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, y la expansión urbana continúa presionando áreas naturalmente inundables. Por ello, la actualización periódica de los Atlas no debe ser vista como una obligación burocrática, sino como un acto de resiliencia colectiva: un compromiso por anticiparse, adaptarse y proteger la vida y el bienestar de las personas.

En conclusión, el estudio reafirma que Tamaulipas tiene la oportunidad de transitar hacia una gestión del riesgo más preventiva, participativa y basada en evidencia. Al hacerlo, no solo se reducirán los impactos de las inundaciones, sino que también se sentarán las bases para un desarrollo más equitativo, seguro y sostenible en la franja fronteriza del estado.

I. 10. BIBLIOGRAFÍA

- Abdulrahman, S., y Bwambale, J. (2021). A review on flood risk assessment using multicriteria decision making technique. *World Water Policy*, 7(2), 209–221. <https://doi.org/10.1002/wwp2.12058>
- Abu El-Magd, S. A., Amer, R. A., y Embaby, A. (2020). Multi-criteria decision-making for the analysis of flash floods: A case study of Awlad Toq-Sherq, Southeast Sohag, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 162, 103709. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.103709>
- Alharbi, T. (2024). A Weighted Overlay Analysis for Assessing Urban Flood Risks in Arid Lands: A Case Study of Riyadh, Saudi Arabia. *Water*, 16(3), 397. <https://doi.org/10.3390/w16030397>
- Al-Juaidi, A. E. M. (2023). The interaction of topographic slope with various geo-environmental flood-causing factors on flood prediction and susceptibility mapping. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(21), 59327–59348. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26616-y>
- Allafta, H., y Opp, C. (2021). GIS-based multi-criteria analysis for flood prone areas mapping in the trans-boundary Shatt Al-Arab basin, Iraq-Iran. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 2087–2116. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1955755>
- Ardila Riaño, E. T. (2023). *Evaluación de la amenaza por eventos de inundación en un sector de la cuenca alta del río Bogotá empleando un enfoque de análisis multicriterio AHP* [Ingeniería Ambiental]. Universidad del Bosque.
- ARSET-NASA, A. R. S. T. P.-N. A. and S. A. (2019). ARSET - SAR para Desastres y Aplicaciones Hidrológicas / NASA Applied Sciences. <http://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/arset-sar-para-desastres-y-aplicaciones-hidrologicas>
- ARSET-NASA, A. R. S. T. P.-N. A. and S. A. (2022). *Evaluación de Desastres Usando Radar de Apertura Sintética* / NASA Applied Sciences. <http://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/arset-evaluacion-de-desastres-usando-radar-de-apertura-sintetica>
- Boggs, S. (2006). *Principles of sedimentology and stratigraphy* (4th ed). Pearson Prentice Hall.
- Chávez-Cortés, M. M., Binnquist-Cervantes, G. S., y Salas-Flores, A. C. (2017). Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad biofísica ante inundaciones en la subcuenca Río Atoyac-Oaxaca de Juárez. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4, 97–109.
- Cinelli, M., Coles, S. R., y Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological Indicators*, 46, 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.011>

- Doctor, D., y Young, J. (2013). An evaluation of automated GIS tools for delineating karst sinkholes and closed depressions from 1-meter LiDAR-derived digital elevation data NCKRI Symposium 2: Proceedings of the Thirteenth Multidisciplinary Conference on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst. *KIP Talks and Conferences*. https://digitalcommons.usf.edu/kip_talks/26
- DOF, D. O. de la F. (2016). *ACUERDO por el que se emite la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos*.
- DOF, D. O. de la F. (2021). *Ley General de Protección Civil*. gob.mx. <http://www.gob.mx/indesol/documentos/ley-general-de-proteccion-civil-60762>
- Domínguez-Cuesta, M. J. (2013). Susceptibility. En P. T. Bobrowsky (Ed.), *Encyclopedia of Natural Hazards* (pp. 988–988). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_340
- EC, E. C. (2021). *Global Surface Water Explorer*. <https://global-surface-water.appspot.com/map>
- Edamo, M. L., Bushira, K., y Ukumo, T. Y. (2022). Flood susceptibility mapping in the Bilate catchment, Ethiopia. *H2Open Journal*, 5(4), 691–712. <https://doi.org/10.2166/h2oj.2022.128>
- El-Hamid, H., Wenlong, W., y Li, Q. (2019). Environmental sensitivity of flash flood hazard using geospatial techniques. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6, 31–46. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2020.01.03>
- ESRI, E. S. R. I. (2024). *Función Suma ponderada—ArcMap / Documentación*. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/weighted-sum-function.htm>
- FAO, F. and A. O. of the U. N. (2015). *Base referencial mundial del recurso suelo 2014: Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Actualización 2015*.
- Fernández-Ordoñez, Y., Soria-Ruiz, J., Leblon, B., Macedo, A., Elva, M., Ramírez Guzmán, M. E., y Escalona-Maurice, M. (2020). Imágenes de radar para estudios territoriales, caso: Inundaciones en Tabasco con el uso de imágenes SAR Sentinel-1A y Radarsat-2. *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 11(1), 4–21.
- Fetter, C. W. (2000). *Applied Hydrogeology* (Subsequent edition). Pearson College Div.
- Hutauruk, R. C., Alfiandy, S., Nainggolan, H. A., y Raharjo, M. H. F. Y. (2020). GIS-based Flood Susceptibility Mapping Using Overlay Method in Central Sulawesi. *Forum Geografi*, 34(2), Article 2. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v34i2.10667>
- INEGI, I. N. de E. y G. (2021). *Principales resultados por localidad (ITER) 2020. Censo de Población y Vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>

- Kaya, C. M., y Derin, L. (2023). Parameters and methods used in flood susceptibility mapping: A review. *Journal of Water and Climate Change*, 14(6), 1935–1960. <https://doi.org/10.2166/wcc.2023.035>
- León Taquia, A. A. (2015). *Descripción, Descarga y Manipulación de Productos Sentinel-2* (p. 22) [Medio ambiente]. https://es.slideshare.net/AlejandroLeon31/guia-sentinel2-espao?from_action=save
- Maidment, D. R. (1993). *Handbook of Hydrology* (Primera). McGraw-Hill. <https://www.mhprofessional.com/handbook-of-hydrology-9780070397323-usa>
- Mancera Flórez, J. R., y Lizarazo Salcedo, I. A. (2020). Land cover classification at three different levels of detail from optical and radar Sentinel SAR data: A case study in Cundinamarca (Colombia). *DYNA*, 87(215), 136–145. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n215.84915>
- Mastrandrea, A., y Angeles, G. (2020). Evaluación Multicriterio aplicada a la determinación de escenarios de peligrosidad en la cuenca del arroyo Napostá Grande (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Cuadernos Geográficos*, 60. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i1.15337>
- Moncada, J. V. L., y Ojeda, E. C. (2018). Aproximación al mapa de susceptibilidad a inundación en la cuenca del río Boconó, Estado Trujillo, Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, XXXIV(55), 119–140.
- Newman, P., y Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*. Island Press. <http://archive.org/details/sustainabilityci0000newm>
- Odu, G. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision making technique. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23, 1449. <https://doi.org/10.4314/jasem.v23i8.7>
- OMM, O. M. M. (2021). *Atlas de la OMM Sobre Mortalidad y Pérdidas Económicas Debidas a Fenómenos Meteorológicos, Climáticos e Hidrológicos Extremos (1970–2019)* (1era ed.). Organización Meteorológica Mundial.
- ONU-SPIDER, U. N. P. for S. I. for D. M. and E. R. (2016). *Practica Recomendada: Mapeo de Inundaciones con Imágenes de Radar usando Sotware SNAP de la Agencia Espacial Europea*. Asesoría. <https://un-spider.org/es/advisory-support/recommended-practices/practica-recomendada-mapeo-de-inundaciones-con-im%C3%A1genes-de>
- ONU-SPIDER, U. N. P. for S. I. for D. M. and E. R. (2020). *Practica Recomendada sobre Mapeo Rápido de Inundaciones y sus Impactos Utalizando Datos SAR de Sentinel-1y Google Earth Engine*. <https://www.unspider.org/es/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-google-earth-engine-flood-mapping>
- Pardo-Igúzquiza, E., y Dowd, P. A. (2021). The mapping of closed depressions and its contribution to the geodiversity inventory. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(4), 480–495. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2021.11.007>

- Pardo-Igúzquiza, E., Valsero, J. J. D., y Dowd, P. A. (2013). Automatic detection and delineation of karst terrain depressions and its application in geomorphological mapping and morphometric analysis. *Acta Carsologica*, 42(1), Article 1. <https://doi.org/10.3986/ac.v42i1.637>
- Parsian, S., Amani, M., Moghimi, A., Ghorbanian, A., y Mahdavi, S. (2021). Flood Hazard Mapping Using Fuzzy Logic, Analytical Hierarchy Process, and Multi-Source Geospatial Datasets. *Remote Sensing*, 13, 4761. <https://doi.org/10.3390/rs13234761>
- Renda, E. (2017). *Manual para la elaboración de mapas de riesgo* (1era Ilustrada). Programa Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD - Ministerio de Seguridad de la Nación.
- Risi, R., Jalayer, F., Paola, F., y Lindley, S. (2018). Delineation of flooding risk hotspots based on digital elevation model, calculated and historical flooding extents: The case of Ouagadougou. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 32. <https://doi.org/10.1007/s00477-017-1450-8>
- Ruiz Rivera, N., Casado Izquierdo, J. M., Sánchez Salazar, M. T., Ruiz Rivera, N., Casado Izquierdo, J. M., y Sánchez Salazar, M. T. (2015). Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* (88), 146–162. <https://doi.org/10.14350/rig.48326>
- Ruiz Rivera, N., y Magaña Rueda, V. O. (2022). *Marco Metodológico para Atlas de Riesgos Orientados a la Planeación Metropolitana para la Gestión De Riesgos. Aplicación al Área Metropolitana de Guadalajara* (1era ed.). Instituto de Geografía - Universidad Nacional Autónoma de México.
- SEDATU, S. de D. A., Territorial y Urbano, CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres, y CONAGUA, C. N. del A. (2018). *Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018*. Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano.
- Sepehri, M., Malekinezhad, H., Jahanbakhshi, F., Ildoromi, A. R., Chezgi, J., Ghorbanzadeh, O., y Naghipour, E. (2020). Integration of interval rough AHP and fuzzy logic for assessment of flood prone areas at the regional scale. *Acta Geophysica*, 68(2), 477–493. <https://doi.org/10.1007/s11600-019-00398-9>
- Singh, S., Dhote, P. R., Thakur, P., Chouksey, A., y Aggarwal, S. (2021). Identification of flash-floods-prone river reaches in Beas river basin using GIS-based multi-criteria technique: Validation using field and satellite observations. *Natural Hazards*, 105, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04406-w>
- SSPC, S. de S. y P. C., y CENAPRED, C. N. de P. de D. (2021). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. SSPC - CNPC - CENAPRED.

Tarboton, D. G. (1997). A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water Resources Research*, 33(2), 309–319. <https://doi.org/10.1029/96WR03137>

Tehrany, M. S., Jones, S., y Shabani, F. (2019). Identifying the essential flood conditioning factors for flood prone area mapping using machine learning techniques. *CATENA*, 175, 174–192. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.12.011>

Tehrany, M. S., Pradhan, B., y Jebur, M. N. (2014). Flood susceptibility mapping using a novel ensemble weights-of-evidence and support vector machine models in GIS. *Journal of Hydrology*, 512, 332–343. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.03.008>

Tiryaki, M., y Karaca, O. (2018). Flood susceptibility mapping using GIS and multicriteria decision analysis: Sarıçay-Çanakkale (Turkey). *Arabian Journal of Geosciences*, 11(14), 364. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3675-3>

Varón Gutiérrez, S. D., Vargas Cuervo, G., Varón Gutiérrez, S. D., y Vargas Cuervo, G. (2019). Análisis de la susceptibilidad por inundaciones asociadas a la dinámica fluvial del río Guatiquía en la ciudad de Villavicencio, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 152–174. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.70856>

Vojtek, M., y Vojteková, J. (2019). Flood Susceptibility Mapping on a National Scale in Slovakia Using the Analytical Hierarchy Process. *Water*, 11, 364. <https://doi.org/10.3390/w11020364>

Wind, Y., y Saaty, T. L. (1980). Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 26(7), 641–658.

II. VULNERABILIDAD SOCIAL

II.1 INTRODUCCIÓN

Desde la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, la vulnerabilidad es un componente que junto al peligro, permite calcular el riesgo como probabilidad de daño no aceptable o crítico. En la literatura científica, la vulnerabilidad se puede entender como la propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador (Álvarez Gordillo y Tuñón Pablos, 2016; Chávez-Cortés et al., 2017; Ruiz Rivera et al., 2015). Para el caso de México, la vulnerabilidad está definida en el artículo 1º de la Ley General de Protección Civil (DOF, 2021) como la “*propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales*”. Como se puede identificar, el concepto de vulnerabilidad resulta ser información clave para la toma de decisiones sobre una población susceptible al daño por sus características específicas.

Así, se puede decir que la información sobre vulnerabilidad provee una medida de las “deficiencias” en el desarrollo social de la población. Con esta información, las personas tomadoras de decisiones pueden ponderar acciones de prevención, atención de emergencias y conocer a los grupos sociales en esa condición de desventaja, y que los hace más susceptibles al daño. Al identificar aspectos específicos de desventaja social o desigualdad en la distribución de recursos, se pueden abordar los factores o procesos sociales y económicos sobre los cuales es posible incidir (DOF, 2021; Ruiz Rivera et al., 2015; SSPC y CENAPRED, 2021).

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la vulnerabilidad puede clasificarse en dos tipos, la física y la social. La vulnerabilidad física se cuantifica utilizando variables relacionadas a la mecánica, tales como la resistencia de los materiales de construcción ante la fuerza de los vientos huracanados o las inundaciones. Por su parte, la vulnerabilidad social puede evaluarse cualitativamente relacionando los aspectos socioeconómicos, educativos, culturales, nivel de

preparación ante sistemas perturbadores, entre otros. Además, el CENAPRED define la vulnerabilidad social como el “conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo” (Flores Corona et al., 2021). Así, las limitaciones al desarrollo se relacionan con las condiciones socioeconómicas y demográficas precarias que influyen en la formación de recursos humanos, impidiendo el acceso al ejercicio de la ciudadanía, la organización social, la acumulación de activos familiares, o la construcción de capital social.

Existen diversos factores que pueden determinar la situación y el bienestar de las personas. Según la “Guía Básica para Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Evaluación de Vulnerabilidad Física y Social” (Flores Corona et al., 2021), una mayor vulnerabilidad social es consecuencia de la pobreza, el crecimiento demográfico y la urbanización acelerada. Lo anterior, asume que estas situaciones van a determinar el grado de efectividad en el que un grupo social podrá hacerle frente a una emergencia o peligro, la rapidez de su rehabilitación y la de su recuperación. Por lo tanto, aquellos que se encuentran en situaciones de mayor vulnerabilidad tienen mayores dificultades para acceder a recursos y oportunidades básicas, lo que limita su calidad de vida, su seguridad y su participación plena en la sociedad. Sin embargo, el estudio y clasificación adecuada de estos aspectos ayudan a identificar información clave para la toma de decisiones pues identifican el estado o grado que guardan ciertas unidades espaciales (áreas geoestadísticas, localidades, municipios, estados, etc.). Finalmente, con esta información se puede desarrollar estrategias en cada una de las etapas de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres sobre las cuales es posible incidir de manera positiva (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera et al., 2015; SEDATU et al., 2018).

Para el análisis de la vulnerabilidad social el CENAPRED ha desarrollado una metodología oficial y estandarizada que se divide en tres partes o subíndices: 1) condiciones sociales y económicas, 2) capacidad de prevención y respuesta y 3) percepción local del riesgo (Flores Corona et al., 2021). En el caso de los municipios del norte de Tamaulipas (Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros), para los cuales abordaremos este estudio, la escala de dicho análisis está dada por la disponibilidad de la información en bases de datos oficiales y de acuerdo con lo indicado en las metodologías oficiales, sin embargo, se busca contar con indicadores de vulnerabilidad social a nivel manzana geoestadística.

II.2 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SOCIAL

Para medir la vulnerabilidad social a nivel manzana para los municipios fronterizos del estado de Tamaulipas se empleó la metodología de CENAPRED “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. Capítulo II. Vulnerabilidad Social” (Flores Corona et al., 2021).

La primera parte de esta metodología permite una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones socioeconómicas y se construye con la información derivada del Censo de Población y Vivienda más reciente, así como datos sobre salud e ingreso en términos de salarios mínimos. Para lograr lo anterior, el análisis se desarrolló a partir de plantillas previamente construidas en la metodología del CENAPRED que, a modo de pregunta, nos solicita la información requerida para el cálculo de 17 variables. Una vez calculadas estas variables, a través de tablas de rangos y valores, se debe de ubicar la situación de la manzana para asignarle un valor de ponderación para cada una de las variables. En la plantilla se incluye una fórmula para obtener el resultado que se tendrá que cotejar

en la tabla de rangos y valores. Por último, viene un razonamiento en el que se explica la importancia del indicador (Flores Corona et al., 2021).

La segunda parte de la metodología permite conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a cabo las tareas de atención a la emergencia y rehabilitación. Por lo tanto, se construye con preguntas e indicadores, ya definidos por la metodología que van dirigidos a servidores públicos dentro del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). Finalmente, la tercera, se enfocará a la percepción local del riesgo que se tenga en el municipio, lo que permitirá planear estrategias y planes de prevención (Flores Corona et.al., 2021). En los cuestionarios tanto de capacidad de prevención y respuesta, como el de percepción local del riesgo, se describe la naturaleza de las preguntas junto con el puntaje para la evaluación de estas. Asimismo, se incluye al final una cédula con los parámetros de evaluación para cada respuesta. Finalmente se describe la manera en que se obtendrán los resultados para cada parte en donde al resultado de la primera (características socioeconómicas) le corresponde un peso del 50%, la segunda (capacidad de prevención y respuesta) tendrá un peso del 25%, mientras que la tercera (percepción local de riesgo) tendrá un peso de 25% (Flores Corona et.al., 2021).

Al resultado final se le asignarán valores a través de los cuales se establecerá un grado de vulnerabilidad social que está dividido en 5 categorías, que abarcan desde muy alto hasta muy bajo grado de vulnerabilidad. Así, el conocer la vulnerabilidad social es parte medular para evaluar la magnitud y el impacto de futuros eventos naturales, ya que ésta tiene una relación directa con las condiciones sociales, la calidad de la vivienda y la infraestructura, y en general el nivel de desarrollo de la región (Flores Corona et al., 2021).

El grado de vulnerabilidad social y sus tres componentes o subíndices: 1) condiciones sociales y económicas, 2) capacidad de prevención y respuesta y 3). percepción local del riesgo), fueron estimados con base a la información del Censo de Población y

Vivienda del 2020 de INEGI. Todos estos cálculos se realizaron a través del software R, para lo cual fueron programados 5 scripts (I. Integración en la base de los componentes de salud, vivienda, PEA y grado escolar, II. Cálculo de indicadores socioeconómicos, III. Ponderación de indicadores socioeconómicos, IV. Integración de subíndices de variables socioeconómicas, capacidad de respuesta y percepción local, y V. Cálculo y ponderación de índice de vulnerabilidad social), estos están disponibles en la memoria de cálculo de este proyecto.

II.2.1 INDICADORES DE CONDICIONES SOCIOECONÓMICOS

Las características sociales y económicas son aspectos de una población relacionados con su estructura y situación económica. Estos factores incluyen aspectos como el acceso a la salud, las características de educación, las condiciones de la vivienda, el acceso a recursos y servicios básicos, el nivel de ingresos, empleo y las condiciones de la población. Las diferencias de estas variables influyen en la vulnerabilidad ante amenazas naturales ya que determinan la capacidad de la población para prepararse, resistir, responder y recuperarse de dichas amenazas (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

Así, las personas con bajos ingresos y poco acceso a servicios esenciales suelen ser más vulnerables frente a amenazas naturales. El nivel educativo puede influir en la capacidad de comprender y responder adecuadamente a las alertas de desastres, así como en la capacidad de adoptar prácticas de prevención y mitigación. Las personas con empleos estables y un nivel de ingresos adecuado generalmente tienen más recursos para prepararse y recuperarse de los desastres (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

De este modo, la metodología distribuye los indicadores socioeconómicos en cinco categorías: salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población; de igual forma, estas se subdividen en 17 indicadores, los cuales se obtienen a partir de datos estadísticos; tres referentes a salud, tres relativos a educación, seis para vivienda, tres

para empleo e ingresos y dos para población. A continuación, se presentan cada uno de ellos.

II.2.1.1 SALUD

Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, por esta razón es necesario conocer la accesibilidad que los pobladores tienen a los servicios básicos de salud, así como la capacidad de atención de estos. La insuficiencia de servicios de salud refleja directamente parte de la vulnerabilidad de la población (Flores Corona et al., 2021). Para esta metodología se incluyen tres indicadores: médicos por cada 1,000 habitantes (Tabla 1), tasa de mortalidad infantil (Tabla 3) y porcentaje de población no derechohabiente (Tabla 4).

Tabla 1. Médicos cada 1,000 habitantes

Indicador / pregunta	¿Cuántos Médicos existen por cada 1,000 habitantes?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0.20 a 0.39 Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Alta	1.00
	De 0.4 a 0.59 Médicos por cada 1,000 habitantes	Alta	0.75
	De 0.6 a 0.79 Médicos por cada 1,000 habitantes	Media	0.50
	De 0.8 a 0.99 Médicos por cada 1,000 habitantes	Baja	0.25
	Uno o más Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Baja	0.00
Procedimiento	La proporción de médicos por 1,000 habitantes se obtiene de la multiplicación del número de médicos por mil y se divide entre el total de la población.		
Fórmula	$PM = \frac{NoM}{PT} \times 1000$ <p>Donde: PM = Proporción de Médicos NoM = Número de Médicos en el Municipio PT = Población Total</p>		
Justificación	La Secretaría de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada 1,000 habitantes, por lo que el indicador reporta la disponibilidad de médicos para atender a la población por cada 1,000 habitantes en un periodo determinado. La baja proporción de médicos se reflejará en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que se podría acentuar en caso de emergencia o desastre.		

Para el caso de este indicador, se realizó una consulta a través de la Secretaría General de Gobierno a la Secretaría de Salud de Tamaulipas, con el objetivo de contar con la información de número de médicos de la manera más desagregada posible. Sin embargo, debido a que esta información sólo se tenía disponible a nivel localidad, y

el objetivo es contar con un análisis a nivel de manzana, se generalizó este indicador a nivel municipal. En la Tabla 2, se puede identificar el número de médicos disponibles en unidades de consulta externa y hospitales en cada localidad y correspondiente a cada municipio fronterizo reportado por la Secretaría de Salud estatal. Así, esta información se calculó el primer indicador de Médicos cada 1,000 habitantes (Tabla 1) para cada municipio y se generalizó este dato para las manzanas que correspondían.

Tabla 2. Médicos disponibles en unidades de consulta externa y hospitales para localidades y municipios fronterizos

MUNICIPIO	LOCALIDADES	UNIDADES DE CONSULTA EXTERNA	HOSPITALES	SUBTOTAL
Matamoros	Heroica Matamoros	63	170	
	Las Blancas	1	0	
	El Control	1	0	
	El Galaneño	2	0	
	La Gloria	5	0	
	El Longoreño	1	0	
	El Moquetito	1	0	
	Prisciliano Delgado	0	0	
	Ramírez	2	0	
	Revolución	0	0	
	Estación Sandoval	0	0	
	San Luisito	1	0	
	Santa Adelaida	1	0	
	Soliseño	0	0	
	Las Higuerrillas	1	0	
	El Refugio	0	0	
	Total MATAMOROS	79	170	249
Reynosa	Reynosa	51	233	
	Argüelles	1	0	
	Llorona Nueva	1	0	
	Santa Ana [Ejido]	0	0	
	Rodolfo Martín Rocha (Martín Rocha)	1	0	
	Santo Niño	1	0	
	Alfredo V. Bonfil (Periquitos)	0	0	
	Doroteo Arango	1	0	
	Manuel Cavazos Lerma	1	0	
	Total REYNOSA	57	233	290
Nuevo Laredo	Nuevo Laredo	33	125	
	Total NUEVO LAREDO	33	125	158
Camargo	Ciudad Camargo	15	0	
	Comales	1	0	
	López y Nuevo Cadillo	1	0	
	San Francisco	1	0	
	Santa Rosalía	0	0	
	Total CAMARGO	18	0	18

MUNICIPIO	LOCALIDADES	UNIDADES DE CONSULTA EXTERNA	HOSPITALES	SUBTOTAL
Guerrero	Nueva Ciudad Guerrero	3	0	
	Total GUERRERO	3	0	3
Gustavo Diaz Ordaz	Ciudad Gustavo Diaz Ordaz	6	0	
	Venecia	1	0	
	Total GUSTAVO DIAZ ORDAZ	7	0	7
Mier	Mier	8	0	
	Total MIER	8	0	8
Miguel Alemán	Ciudad Miguel Alemán	5	24	
	Los Guerra	2	0	
	Total MIGUEL ALEMÁN	7	24	31
Rio Bravo	Ciudad Rio Bravo	9	38	
	Cándido Aguilar	1	0	
	Emilio Portes Gil	1	0	
	Manuel Parra	1	0	
	Nuevo Progreso	2	0	
	Raúl Muñiz	0	0	
	Santa Apolonia	1	0	
	La Soledad	1	0	
	Total RÍO BRAVO	16	38	54
Valle Hermoso	Valle Hermoso	18	58	
	Anáhuac	2	0	
	Aquiles Serdán	1	0	
	Empalme	1	0	
	Ensenada	1	0	
	El Realito	3	0	
Total VALLE HERMOSO		26	58	84
Total General		254	648	902

Tabla 3. Tasa de mortalidad infantil

Indicador / pregunta	¿Cuántas muertes se producen antes del primer año de vida?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 17.2 a 27.1	Muy Baja	0.00
	De 27.2 a 37.0	Baja	0.25
	De 37.1 a 47.0	Media	0.50
	De 47.1 a 56.9	Alta	0.75
	57.0 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se puede establecer para un periodo dado, en este caso el primer año de vida. El resultado se obtiene de dividir el número de defunciones de niños menores de un año de edad en un periodo determinado, entre los nacidos vivos en el mismo periodo y el resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$TMI = \frac{DM1a}{NV} \times 100$ <p>Donde: TMI = Tasa de Mortalidad Infantil DM1a = Defunciones de Menores de 1 Año en un periodo determinado NV = Nacidos Vivos en el mismo periodo</p>		
Justificación	Este indicador se refiere a la posibilidad de un recién nacido de sobrevivir el primer año de vida. Tomando en cuenta que el riesgo de muerte es mayor en los primeros días, semanas y meses de vida, la mortalidad durante este periodo indicará en gran medida las condiciones de la atención a la salud de la población en el caso de la madre.		

Tabla 4. Porcentaje de población no derechohabiiente

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la población no cuenta con derechohabiencia a servicios de salud?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 17.63 a 34.10	Muy Baja	0.00
	De 34.11 a 50.57	Baja	0.25
	De 50.58 a 67.04	Media	0.50
	De 67.05 a 83.51	Alta	0.75
	83.52 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	El porcentaje de la población no derechohabiiente se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$\%PND = \frac{PND}{PT} \times 100$ <p>Donde: %PND = Porcentaje de Población No Derechohabiente PND = Población No Derechohabiente PT = Población Total</p>		
Justificación	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.		

II.2.1.2 EDUCACIÓN

Las características educativas ejercen una influencia significativa en la adopción de actitudes y conductas de autoprotección y prevención en un individuo. En México, la educación se considera uno de los derechos fundamentales que todos y todas deben tener acceso, ya que juega un papel crucial en el bienestar de toda la población. La educación proporciona a las personas las habilidades necesarias para comprender y evaluar los riesgos a los que se enfrentan, permitiéndoles tomar decisiones informadas sobre cómo protegerse a sí mismas y a los demás. Además, fomenta la conciencia social y la responsabilidad colectiva en la prevención de desastres y emergencias. En resumen, la educación es una poderosa herramienta que capacita a las personas para enfrentar de manera más efectiva los desafíos que puedan surgir (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

En este apartado se presentan los tres indicadores relacionados con las características educativas de la población, que permiten visualizar los avances o rezagos que presenta la población: porcentaje de analfabetismo (Tabla 5), porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela (Tabla 6) y grado promedio de escolaridad (Tabla 7).

Tabla 5. Porcentaje de analfabetismo

Indicador / pregunta	¿Cuál es el porcentaje de la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir un recado?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.07 a 15.85	Muy Baja	0.00
	De 15.86 a 30.63	Baja	0.25
	De 30.64 a 45.41	Media	0.50
	De 45.42 a 60.19	Alta	0.75
	60.20 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$\%A = \frac{P15aA}{PT15a} \times 100$ <p>Donde: %A = Porcentaje de Analfabetismo P15aA = Población de 15 años y más Analfabeta PT15a = Población Total de 15 años y más</p>		
Justificación	Además de las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.		

Un segundo indicador considerado como de referencia para evaluar el panorama general del nivel educativo de una comunidad es el porcentaje de la población escolar de 6 a 14 años que asiste a la escuela. Lo que indica qué porcentaje de la población en edad escolar desde el nivel básico al medio, están recibiendo educación que será fundamental para acceder a niveles superiores de educación y asegurarán su mejor inserción a la actividad laboral en los diferentes sectores productivos de la región (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de población de 6 a 14 que asiste a la escuela

Indicador / pregunta	¿Cuál es el porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 42.72 a 54.17	Muy Alta	1.00
	De 54.18 a 65.62	Alta	0.75
	De 65.63 a 77.07	Media	0.50
	De 77.08 a 88.52	Baja	0.25
	88.53 ó más	Muy Baja	0.00
Procedimiento	En algunos casos para la obtención del porcentaje de la cobertura de la demanda de la educación básica, se toma en cuenta la educación preescolar (a partir de los 3 años), otras sólo toman en cuenta desde la educación primaria hasta la educación secundaria; lo cual se estima dividiendo la matrícula de educación primaria y secundaria entre la población de 6 a 14 años, que es el rango de edad de asistencia a tales niveles educativos.		
Fórmula	$DEB = \frac{PT6_14aAE}{PT6_14a} \times 100$ <p>Donde: DEB = Demanda de Educación Básica PT6_14aAE = Población Total de 6 a 14 años que Asiste a las Escuela PT6_14a = Población Total de 6 a 14 años</p>		
Justificación	El indicador muestra a la población que se encuentra en edad de demandar los servicios de educación básica, la cual es fundamental para continuar con capacitación posterior que proporcione las herramientas para acceder al mercado laboral.		

Tabla 7. Grado promedio escolar

Indicador / pregunta	¿Cuál es el nivel educativo de la población?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1 a 3.2	Muy Alta	1.00
	De 3.3 a 5.4	Alta	0.75
	De 5.5 a 7.6	Media	0.50
	De 7.7 a 9.8	Baja	0.25
	De 9.9 o más	Muy Baja	0.00
Procedimiento	Este indicador lo proporciona el INEGI ya elaborado, lo obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde el primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más entre el total de la población de 15 años y más. Incluye a la población de 15 años y más, excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel y a la población con nivel de escolaridad no especificado.		
Fórmula	$GPE = \frac{SAAP15a}{PT15a}$ <p>Donde: GPE = Grado Promedio de Escolaridad SAAP15a = Suma de Años Aprobados desde Primero de Primaria hasta el último año alcanzado de la población de 15 años y más. PT15a = Población Total de 15 años y más</p>		
Justificación	Refleja a la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, la educación secundaria es obligatoria para la conclusión del nivel básico de educación. Se considerará a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria como población con rezago educativo.		

II.2.1.3 VIVIENDA

La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, ya que es el lugar en donde se desarrolla la mayor parte de la vida. La accesibilidad y las

características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de la población. En relación con los desastres de origen natural, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afectaciones. Los daños a la vivienda resultan ser, en algunos casos, uno de los principales parámetros para medir la magnitud de los desastres. Cuando el estado de una vivienda es precario, el número y la intensidad de los factores de riesgo que se presentan por diversos fenómenos resultan elevados y las amenazas a la salud de sus habitantes se elevan de igual manera. De este modo, la vulnerabilidad de una vivienda, en una de sus tantas facetas, se reflejará tanto en los materiales de construcción, como en los servicios básicos con los que cuenta o de los que carece (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

Para el CENAPRED, el análisis de la condición de vulnerabilidad social de las viviendas se basa en seis índices, de los cuales tres están relacionados con los servicios básicos (agua, electricidad y drenaje) (Tablas 8, 9 y 10); y reflejan una aproximación a la cantidad de viviendas que no cuenta con los satisfactores de necesidades básicas y de saneamiento. La ausencia de estos servicios refleja la carencia de satisfactores para las necesidades básicas y de saneamiento de la población, lo cual incide directamente en la comodidad y en las condiciones de salud de los habitantes. Además, si bien no es una norma estricta, es importante señalar que una gran cantidad de viviendas que carecen de servicios básicos suelen pertenecer al sector informal de la construcción. Estas viviendas tienden a ubicarse en zonas altamente expuestas a peligros naturales, áreas de reserva ecológica o fuera de los planes de desarrollo urbano, lo que las convierte en áreas altamente vulnerables (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

Tabla 8. Porcentaje de vivienda sin servicio de agua entubada

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuentan con agua entubada?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 19.96	Muy Baja	0.00
	De 19.97 a 39.92	Baja	0.25
	De 39.93 a 59.88	Media	0.50
	De 59.89 a 79.84	Alta	0.75
	79.85 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Los datos para obtener este indicador se obtienen del Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por el INEGI. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVNDAE = TVPH - TVDAE$ <p>Donde: $TVNDAE$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada $TVPH$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas $TVDAE$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Agua Entubada</p> $\%VNDAE = \frac{TVNDAE}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: $\%VNDAE$ = Porcentaje de Viviendas que no Disponen de Agua Entubada $TVSAE$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada $TVPH$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, ya que el llevar al lugar agua que cumpla con las mínimas medidas de salubridad toma tiempo y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se lleva a cabo de manera insalubre.		

Tabla 9. Porcentaje de vivienda sin servicio de drenaje

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuenta con drenaje?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.21 a 20.96	Muy Baja	0.00
	De 20.97 a 40.71	Baja	0.25
	De 40.72 a 60.46	Media	0.50
	De 60.47 a 80.21	Alta	0.75
	80.22 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien. Los datos para obtener este indicador también se encuentran en el Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por INEGI.		
Fórmula	$TVND = TVPH - TVDD$ <p>Donde: $TVND$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Drenaje $TVPH$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas $TVDD$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen Drenaje</p> $\%VND = \frac{TVND}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: $\%VND$ = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Drenaje $TVND$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Drenaje $TVPH$ = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuales en situaciones de desastre aumentan considerablemente.		

Tabla 10. Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuenta con energía eléctrica?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 19.76	Muy Baja	0.00
	De 19.77 a 39.52	Baja	0.25
	De 39.53 a 59.28	Media	0.50
	De 59.29 a 79.04	Alta	0.75
	79.05 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVNDE = TVPH - TVDE$ <p>Donde: TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Energía Eléctrica</p> $\%VNDE = \frac{TVNDE}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VNDE = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Energía Eléctrica TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, asimismo la capacidad de respuesta se puede retrasar.		

Este componente de vivienda incluye aspectos como el porcentaje de viviendas con paredes de materiales de desecho y láminas de cartón, que son el tipo de vivienda más vulnerable frente a ciertos fenómenos (Tabla 11). También, se incluye el indicador de porcentaje de viviendas con piso de tierra, lo cual se considera aumenta el riesgo de contraer enfermedades y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otro tipo de construcciones (Tabla 13). Finalmente, se incluye un componente de déficit de vivienda que refleja el resultado de un explosivo crecimiento demográfico y la inequitativa distribución de la riqueza (Tabla 14).

Tabla 11. Porcentajes de viviendas con paredes de material de desecho o láminas de cartón

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas tienen paredes de material de desecho y láminas de cartón?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 3.84	Muy Baja	0.00
	De 3.85 a 7.68	Baja	0.25
	De 7.69 a 11.52	Media	0.50
	De 11.53 a 15.36	Alta	0.75
	15.37 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene dividiendo el total de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón entre el total de viviendas y multiplicando el resultado por cien.		
Fórmula	$\%VPMD = \frac{TVPMD}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VPMD = Porcentaje de Viviendas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPMD = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	Este indicador mostrará el número de viviendas que por las características del material con que fue construida puede ser vulnerable frente a cierto tipo de fenómenos.		

Para el caso del subcomponente de “porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho o lámina de cartón”, se tomó del Censo de Población y Vivienda 2000 el tabulado del cuestionario ampliado a nivel municipal. Los datos disponibles del tabulado de “Estimadores de las viviendas particulares habitadas, ocupantes y su distribución porcentual según material en paredes” se reporta a nivel municipal. Estos tabulados indican el porcentaje de viviendas con distintos tipos de materiales, incluidos los de desecho y lámina de cartón. De este modo, el dato de porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho o lámina de cartón se generalizó para todas las manzanas evaluadas a nivel municipal (Tabla 12). Sin embargo, el cualquiera de los casos (municipales), este valor obtuvo el valor más bajo qué es 0 (ver Tabla 11).

Tabla 12. Porcentajes de viviendas con paredes de material de desecho o láminas de cartón
(tomado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#tabulados>)

Municipio	Porcentaje por tipo de material en paredes		Porcentaje Total
	Material de desecho	Lámina de cartón	
Camargo	0.33	0.00	0.33
Guerrero	0.00	0.00	0.0
Gustavo Díaz Ordaz	0.08	0.08	0.16
Matamoros	0.45	0.00	0.45
Mier	0.20	0.07	0.27
Miguel Alemán	0.18	0.00	0.18
Nuevo Laredo	0.31	0.03	0.34

Reynosa	0.33	0.00	0.33
Río Bravo	1.66	0.00	1.66
Valle Hermoso	1.02	0.00	1.02

Tabla 13. Porcentajes de viviendas con piso de tierra

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas tienen el piso de tierra?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.52 a 20.82	Muy Baja	0.00
	De 20.83 a 40.12	Baja	0.25
	De 40.13 a 59.42	Media	0.50
	De 59.43 a 78.72	Alta	0.75
	78.73 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este porcentaje se obtiene de la diferencia del total de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVPT = TVPH - TVPMDT$ <p>Donde: TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVPMDT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Material Diferente de Tierra</p> $\%VPT = \frac{TVPT}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VPT = Porcentaje de Viviendas con Piso de Tierra TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otro tipo de construcciones.		

Tabla 14. Déficit de vivienda

Indicador / pregunta	¿Cuál es el déficit de vivienda?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.63 a 13.72	Muy Baja	0.00
	De 13.73 a 25.81	Baja	0.25
	De 25.82 a 37.90	Media	0.50
	De 37.91 a 49.99	Alta	0.75
	50.00 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	El déficit de vivienda se obtiene de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, éste resultado representa el número de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de hogares. A este resultado se le suman las viviendas construidas con material de desecho y lámina de cartón así como las viviendas con piso de tierra. El resultado representa tanto las viviendas nuevas que se requieren, sumado a las viviendas que necesitan mejoramiento. Para efectos de esta metodología el resultado deberá ser un porcentaje.		
Fórmula	$DV = \frac{TH - TVPH + TVPMD + TVPT}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: DV = Déficit de Vivienda TH = Total de Hogares TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVPMD = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra </p>		
Justificación	El déficit de vivienda es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, la inequitativa distribución de la riqueza, la falta de financiamiento de algunos sectores de la población para poder adquirir una vivienda. Además el problema no sólo se remite a la insuficiencia de la vivienda si no también a las condiciones de la misma.		

II.2.1.4 EMPLEO E INGRESOS

Es crucial prestar especial atención a los indicadores de la condición de empleo e ingresos, los cuales nos permiten vislumbrar una situación vulnerable en el corto plazo, donde la calidad de vida es precaria y las familias de bajos ingresos luchan por satisfacer sus necesidades inmediatas, como en el largo plazo, donde la vulnerabilidad puede aumentar frente a la falta de capacidad de prevención y respuesta ante desastres (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

Estos indicadores son fundamentales debido a que aportan elementos acerca de la generación de recursos económicos, situación que posibilita el sustento de las personas. La importancia de este indicador no se puede dejar de lado, ya que las cifras en el país demuestran la desigualdad en la distribución de los ingresos (Flores Corona et al., 2021). El análisis de empleo e ingresos se realiza en base a tres indicadores, los cuales se detallan a continuación.

Para el caso de porcentaje de población económicamente activa que recibe ingresos menores a 2 salarios mínimos, se realizó una búsqueda en las bases de datos de la Encuesta Nacional de ocupación y Empleo (ENOE). En esta base los “Indicadores Estratégicos de Ocupación y Empleo con Precisiones Estadísticas” informan sobre los niveles de ingresos de la población en términos de salarios mínimos. Sin embargo, la información más detallada disponible de estos indicadores se reporta a nivel estatal, por lo tanto, se usó este dato generalizado para todas las manzanas estudiadas. Para este caso, se consultó la Población económicamente Activa (PEA) que recibía menos de dos salarios mínimos para el segundo trimestre del año 2024. Se evitó tomar datos del año 2020, como medida para no sobrerrepresentar este indicador y su población, debido a las afectaciones económicas provocadas por la pandemia de COV-SARS-2.

Tabla 15. Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos en el estado de Tamaulipas durante el segundo semestre del 2024 (Fuente: ENOE)

Indicador	Tamaulipas		Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	
	2024 2T			
	Valores absolutos	Porcentajes		
Hasta un salario mínimo	1,060,699	37.5	47.2	
Más de 1 hasta 2 salarios mínimos	275,322	9.7		
Tamaulipas PEA	2,832,292			

Tabla 16. Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la PEA recibe menos de dos salarios mínimos?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 18.41 a 34.50	Muy Baja	0.00
	De 34.51 a 50.59	Baja	0.25
	De 50.60 a 66.68	Media	0.50
	De 66.69 a 82.77	Alta	0.75
	82.78 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir a la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos entre el total de la PEA y el resultado se multiplica por cien. Este indicador se puede obtener ya estimado en el Consejo Nacional de Población, información disponible en la página de internet www.conapo.gob.mx .		
Fórmula	$\%PEA = \frac{PH2SM}{PEA} \times 100$ <p>Donde: %PEA = Porcentaje de la Población Económicamente Activa PH2SM = Población que Percibe hasta 2 Salarios Mínimos PEA = Población Económicamente Activa</p>		
Justificación	Aún cuando son diversos los factores que influyen en la determinación de los salarios, las remuneraciones guardan relación con la productividad en el trabajo, además este indicador proporcionará de manera aproximada el porcentaje de la población que no puede satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc.		

Tabla 17. Razón de dependencia

Indicador / pregunta	¿Cuántas personas dependen de la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 37.72 a 57.69	Muy Baja	0.00
	De 57.70 a 77.66	Baja	0.25
	De 77.67 a 97.63	Media	0.50
	De 97.64 a 117.60	Alta	0.75
	117.60 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	La razón de dependencia se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (menores de 15 años y mayores de 64 años) entre el total de personas que por su edad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64 años).		
Fórmula	$RD = \frac{P0_{-14a} + P65a}{P15_{-64a}} \times 100$ <p>Donde: RD = Razón de Dependencia P0_14a = Población de 0 a 14 años P65a = Población de 65 años y más P15_64a = Población de 15 a 64 años</p>		
Justificación	Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se verán en desventaja frente a un desastre de origen natural ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente va a ser nula.		

Tabla 18. Tasa de desempleo abierto

Indicador / pregunta	¿Cuántas personas desocupadas hay con respecto a la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 3.09	Muy Baja	0.00
	De 3.10 a 6.18	Baja	0.25
	De 6.19 a 9.27	Media	0.50
	De 9.28 a 12.36	Alta	0.75
	12.37 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.		
Fórmula	$TDA = \frac{NoPD}{PEA} \times 100$ <p>Donde: TDA = Tasa de Desempleo Abierto NoPD = Número de Personas Desocupadas PEA = Población Económicamente Activa</p>		
Justificación	Este indicador se refiere directamente a la situación de desempleo que influye sobre la capacidad de consumo de la población así como en la capacidad de generar los recursos que posibiliten la adquisición de bienes satisfactorios.		

II.2.1.5 POBLACIÓN

Para este rubro, se consideran principalmente tres aspectos sociales de la población. Se aborda el tema de los grupos étnicos en la población, mismos que poseen características culturales y sociales únicas que los distinguen. Sus condiciones de vida a menudo están relacionadas con desigualdades históricas y culturales. Lamentablemente, muchos de estos grupos étnicos enfrentan marginación y discriminación, lo que los convierte en uno de los sectores más vulnerables y desfavorecidos de nuestro país. Se analiza la distribución y dispersión de los asentamientos humanos, lo que nos permite entender cómo la población se agrupa y establece en diferentes áreas. Este aspecto es crucial para identificar patrones de urbanización, densidad poblacional y acceso a servicios básicos, lo que a su vez puede impactar en la calidad de vida de las comunidades. Esto nos proporciona una visión más amplia de las disparidades regionales y la concentración de población en áreas específicas. Además, nos permite comprender las dinámicas migratorias y los factores

que impulsan a las personas a trasladarse de una región a otra (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

Tabla 19. Densidad de población

Indicador / pregunta	¿Cuál es el grado de concentración de la población en el territorio?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1 a 99 Habitantes por km ²	Muy Baja	0.00
	De 100 a 499 Habitantes por km ²	Baja	0.25
	De 500 a 999 Habitantes por km ²	Media	0.50
	De 1,000 a 4,999 Habitantes por km ²	Alta	0.75
	Más de 5,000 habitantes por km ²	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado entre la superficie del mismo. El resultado indica el número de habitantes por kilómetro cuadrado.		
Fórmula	$DP = \frac{PT}{ST}$ <p>Donde: DP = Densidad de Población PT = Población Total ST = Superficie Territorial</p>		
Justificación	La densidad, más que un problema de sobre población, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agudiza por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.		

Tabla 20. Porcentaje de población que habla alguna lengua indígena

Indicador / pregunta	¿La población es predominantemente indígena?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1.00
	Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir a la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena entre el total de la población de 5 años y más, el resultado se multiplica por cien. El INEGI establece que para considerar a una población predominantemente indígena al menos el 40% de la población debe hablar alguna lengua indígena.		
Fórmula	$\%PI = \frac{P5HLI}{P5} \times 100$ <p>Dónde: %PI = Porcentaje de Población Indígena P5HLI= Población de 5 años y más que Habla una Lengua Indígena P5 = Población de 5 años y más</p>		
Justificación	La mayoría de los municipios donde se asienta la población indígena, presenta una estructura de oportunidades muy precaria, lo cual se refleja en condiciones de vulnerabilidad de esta población.		

II.2.2 CAPACIDAD DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA INSTITUCIONAL

La capacidad de prevención y respuesta está relacionada con la preparación antes y después de un evento catastrófico por parte de las autoridades y de la población. Con ella se evalúa de forma general el grado de capacitación que se tiene en el municipio

para incorporar conductas preventivas y ejecutar acciones de atención a la emergencia. Además, refleja el conocimiento que tienen Protección Civil sobre los recursos, programas y planes con los que cuenta su Unidad Municipal en caso de emergencia (Flores Corona et al., 2021).

Para analizar la capacidad de prevención y respuesta que tiene cada municipio, se aplicó el cuestionario indicado en la metodología del CENAPRED (Flores Corona et al., 2021). Esta parte consta de un cuestionario cuya importancia radica en el conocimiento de los recursos, programas y planes con los que dispone la Unidad de Protección Civil Municipal en caso de una emergencia, por lo que está dirigido al responsable de ésta. Dentro de los problemas comunes ocasionados al presentarse un desastre se encuentran: el desplazamiento de la población, las enfermedades transmisibles, problemas de alimentación y nutrición, los problemas de suministro de agua y saneamiento y el daño a la infraestructura de viviendas, centros educativos, vías de comunicación, servicios públicos básicos, presas, áreas de cultivo, entre otros. Tomando en cuenta los efectos anteriores, la capacidad de prevención y respuesta debe considerar acciones para planificar, organizar y mejorar las condiciones existentes frente a los posibles efectos de los eventos adversos (Flores Corona et al., 2021).

A continuación, se muestran las plantillas de las preguntas que se incluyen en el cuestionario, cada pregunta es explicada mediante un razonamiento y tiene una tabla de rangos de donde se obtendrá el puntaje para cada pregunta dependiendo de la respuesta. Al final se sumará el puntaje de cada una de las preguntas obteniendo un valor entre 0 y 22. Para la aplicación de dicho cuestionario, se elaboró un formulario online en “Formularios Google”, con ayuda de la Coordinación Estatal de Protección Civil del Estado, se convocó a las unidades municipales para su respuesta.

Tabla 21. Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas

Cuestionario de capacidad de respuesta		Valor de respuesta
No.	Pregunta	
1	¿Sabe que el municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?	Si (0) / No (1)
2	¿Cuenta con un plan de emergencia?	Si (0) / No (1)
3	¿Sabe si se cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?	Si (0) / No (1)
4	¿Existe una normatividad que regula las funciones de su organización (p. ej. Manual de organización)?	Si (0) / No (1)
5	¿Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?	Si (0) / No (1)
6	¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?	Si (0) / No (1)
7	¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de los cuales se puede coordinar con otras instituciones, áreas o personas) en caso de una emergencia?	Si (0) / No (1)
8	¿Sabe si las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?	Si (0) / No (1)
9	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de emergencia y/o desastre?	Si (0) / No (1)
10	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?	Si (0) / No (1)
11	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de desastre?	Si (0) / No (1)
12	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas, etc. para casos de emergencia?	Si (0) / No (1)
13	¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (SEGALMEX, DIF, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?	Si (0) / No (1)
14	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia? ¿Promueve un plan familiar de protección civil?	Si (0) / No (1)
15	¿Cuenta con un número de personal activo para atender una emergencia?	Si (0) / No (1)
16	¿El personal de atención de emergencia está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?	Si (0) / No (1)
17	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?	Si (0) / No (1)
18	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, teléfono, etc.)?	Si (0) / No (1)
19	¿Cuenta con acervos de información histórica de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?	Si (0) / No (1)
20	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?	Si (0) / No (1)
21	¿Cuentan con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar coordenadas geográficas de los puntos críticos en su localidad?	Si (0) / No (1)
22	¿Cuenta con algún sistema de Geoposicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su localidad?	Si (0) / No (1)

23	¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?	Si (0) / No (1)
24	¿Qué actividades realiza normalmente ante una emergencia?	Libre

El puntaje final de cada cuestionario de las unidades de Protección Civil local se pondera según la Tabla 22 para obtener el valor final. En esta tabla indica qué entre mayor es el puntaje obtenido en la encuesta, menor será la capacidad de respuesta.

Tabla 22. Tabla de rangos para ponderar el resultado de la encuesta de Capacidad de Prevención y Respuesta

Rangos con respecto a la suma de las respuestas	Capacidad de prevención y respuesta	Valor asignado según condición de vulnerabilidad
De 0 a 4	Muy Alta	0
De 4.1 a 8.0	Alta	0.25
De 8.1 a 12.0	Media	0.50
De 12.1 a 16.0	Baja	0.75
16.1 ó mas	Muy baja	1

II.2.3 MEDICIÓN DE LA PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO DE LA POBLACIÓN

La tercera parte de la metodología para calcular el Grado de Vulnerabilidad Social consta de un cuestionario y se refiere a la percepción local de riesgo de la población, es decir, el imaginario colectivo que tiene la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y de su grado de exposición frente a las mismas. En muchas ocasiones la población no tiene una percepción clara del peligro que representa una amenaza de tipo natural o antrópica en su localidad, lo que incide directamente en la capacidad de respuesta de la población ante un desastre (Flores Corona et al., 2021; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2022).

Este cuestionario permite conocer la percepción local del riesgo que se tiene en la región (estado, municipio, etc.), con lo que se pueden elaborar procedimientos y medidas de prevención que sean aceptados y llevados a cabo por la población en conjunto con las dependencias responsables.

Esta percepción se evaluó con un cuestionario de 25 preguntas que fue aplicado en línea con la herramienta “Formularios Google”, los cuales circularon gracias a la Secretaría General de Gobierno a todas las dependencias posibles. La respuesta de

cada pregunta tiene un valor correspondiente a rangos que van del 0 al 1 (con respuestas “Si”, “No” o “No sé”), de acuerdo con lo establecido en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, del CENAPRED (2019), en el anexo “Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social”. En este caso, la importancia de las preguntas se enfoca tanto a la percepción de los peligros en su entorno, así como a la manera en que consideran las acciones preventivas en su comunidad y la información o preparación que poseen acerca de cómo enfrentar una emergencia (Flores Corona et. al., 2021).

A continuación, se presentan las plantillas de cada pregunta del cuestionario de percepción local, en la plantilla se muestra tanto la pregunta, así como los rangos en los cuales se debe ponderar cada una de las respuestas para el cálculo de este componente o subíndice.

Tabla 23. Indicadores para medir la Percepción local del riesgo

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 1
Indicador / pregunta	¿Dentro de los tipos de peligro que existen (ver cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su localidad?	
Geológicos: Sismos Maremotos Volcanes Flujos de lodo Deslizamientos de suelo (deslaves) Hundimientos y Agrietamientos	Hidrometeorológicos: Cyclones Inundaciones pluviales y fluviales Granizadas Nevadas y Heladas Lluvias torrenciales y trombas Tormentas eléctricas Vientos Temperaturas extremas Erosión Sequías	Químicos: Incendios forestales Incendios Urbanos Explosiones Fugas y derrames de sustancias peligrosas Fuentes móviles
Rangos	De 1 a 5	1.00
	De 6 a 13	0.50
	14 o más	0.00

Tabla 24. Lugar donde se presenta el riesgo identificado.

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 2
Indicador / pregunta	Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o ¿sabe si ha habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos 5 años?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 3
Indicador / pregunta	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 2
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 4
Indicador / pregunta	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de amenazas (que se encuentre en una ladera, en una zona sísmica, en una zona inundable, etc.)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 5
Indicador / pregunta	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 6
Indicador / pregunta	En caso de que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron:	
Rangos	Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura (bajo)	0.25
	Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños a infraestructura (medio).	0.50
	Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto).	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 7
Indicador / pregunta	Alguna vez ha quedado aislada su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunas horas, debido a algún tipo de fenómeno?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SE	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 8
Indicador / pregunta	¿Cree que en su comunidad se identifican los peligros?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00

Tabla 25. Capacidad de prevención y atención

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 9
Indicador / pregunta	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alertamientos, etc.)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 10
Indicador / pregunta	¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 11

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 9
Indicador / pregunta	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes?	
Rangos	SI	0.00
	NO (pase pregunta 13)	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 12
Indicador / pregunta	En caso de haberse llevado campañas de información ¿cómo se enteró?	
Rangos	No se enteró/ no ha habido campañas	1.00
	A través de medios impresos	0.50
	A través de radio y televisión	0.00
Nombre del Indicador		No. 13
Indicador / pregunta	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador		No. 14
Indicador / pregunta	¿Sabe a quién o a dónde acudir en caso de una emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Nombre del Indicador		No. 15
Indicador / pregunta	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para avisar a la población sobre alguna emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 16
Indicador / pregunta	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural ¿se le brindó algún tipo de apoyo?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 17
Indicador / pregunta	¿Ha sido evacuado a causa de un fenómeno natural (inundación, sismo, erupción)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador	Percepción local	No. 18
Indicador / pregunta	De acuerdo con experiencias anteriores, ¿Considera que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00

Tabla 26. Capacidad de resiliencia

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 20
Indicador / pregunta	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador		No. 21

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 20
Indicador / pregunta	¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la unidad de protección civil?	
Rangos	Sé dónde se encuentra y sé sus funciones	0.00
	No sé dónde se encuentra y no sé qué hace	1.00
	Sé qué hace pero no sé dónde se encuentra	0.50
Nombre del Indicador		No. 22
Indicador / pregunta	¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador		No. 23
Indicador / pregunta	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Nombre del Indicador		No. 24
Indicador / pregunta	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	
Rangos	Mucho	0.00
	Suficiente	0.25
	Poco	0.50
	Nada	1.00
Nombre del Indicador		No. 25
Indicador / pregunta	¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00

Para el caso de la obtención del valor ponderado de la percepción local del riesgo, se realiza la suma de las calificaciones de todos los cuestionarios, en el caso de este estudio a nivel municipal. Esta suma se debe dividir entre el número de cuestionarios aplicados, el resultado de la operación representa el promedio general de la puntuación de las respuestas. A continuación, se procede a la asignación de un valor final del componente de percepción local del riesgo para cada municipio como indica la Tabla 27.

Tabla 27. Tabla de rangos para la ponderación del componente de Percepción Local del Riesgo

Rangos	Percepción Local	Valor asignado según condición de vulnerabilidad
De 0 a 5.0	Muy Alta	0
De 5.1 a 10.0	Alta	0.25
De 10.1 a 15.0	Media	0.50
De 15.1 a 20.0	Baja	0.75
Más de 20.0	Muy Baja	1

II.2.4 ESTIMACIÓN DE LOS INDICADORES

Finalmente, una vez obtenida la calificación de los tres componentes o subíndices a evaluar en el Índice de Vulnerabilidad Social (1. características socioeconómicas, 2. capacidad de prevención y respuesta, y 3. percepción local del riesgo), se procede a calcular el valor final del Grado de Vulnerabilidad Social (GVS) mediante la siguiente fórmula:

$$GVS = (R1 * 0.5) + (R2 * 0.25) + (R3 * 0.25)$$

Donde:

GVS = Grado de vulnerabilidad social asociada a desastres.

R₁ = Resultado de los indicadores de características socioeconómicos.

R₂ = Resultado del cuestionario de capacidad de prevención y respuesta.

R₃ = Resultado del cuestionario de percepción local de riesgo.

De acuerdo con el resultado obtenido a través de la fórmula anterior, se obtiene un valor que va de 0 a 1, en el cual el 0 representa la menor vulnerabilidad y el 1 la mayor vulnerabilidad social. Este valor se clasifica según los rangos que indica la Tabla 28 para definir el grado de vulnerabilidad y su estratificación final.

Tabla 28. Grado de Vulnerabilidad Social

Valor	Grado de vulnerabilidad	Estrato
0.0 a 0.2	Muy Bajo	5
0.21 a 0.40	Bajo	4
0.41 a 0.60	Medio	3
0.61 a 0.80	Alto	2
Más de 0.80	Muy Alto	1

La aplicación de esta fórmula final solamente se realizó a nivel municipal debido a la imposibilidad y aplicar esta metodología a un enfoque territorial de manzana geoestadística. Esta situación ya fue debatida y acordada por parte de los revisores técnicos del CENAPRED, concluyendo que los mapas a nivel manzana, y sus tablas asociadas, solo reportaran el subíndice o indicador de vulnerabilidad de las

características socioeconómica. Sin embargo, a nivel municipal sí se generará el índice de Grado de Vulnerabilidad Social completo, es decir, incluida la Percepción Local del Riesgo y la Capacidad de Prevención y Respuesta institucional.

II.3 RESULTADOS

II.3.1 INDICADORES DE CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS

Para el componente de indicadores de condiciones sociales y económicas, a través del Gobierno del Estado de Tamaulipas, se realizó la solicitud al INEGI de variables del Censo de Población y Vivienda 2020, necesarios para su construcción (Tabla 26). También, se recopiló información de los resultados del cuestionario ampliado en su apartado sobre vivienda, y de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Asimismo, se recopiló el número de médicos presentes en cada municipio a través de la Secretaría de Salud estatal.

Tabla 29. Variables del Censo de Población y Vivienda 2020, solicitadas al INEGI, para la construcción del componente de Vulnerabilidad Social a nivel manzana.

Variables para calcular la vulnerabilidad social (Censo de Población y Vivienda 2020)	
	Clave de entidad federativa
	Entidad federativa
	Clave de municipio o demarcación territorial
	Municipio o demarcación territorial
	Clave de localidad
	Localidad
	Clave del AGEB
	Clave de manzana
	Población total
	Población femenina
	Población masculina
	Población de 5 años y más
	Población de 12 años y más
	Población de 15 años y más
	Población de 6 a 11 años
	Población de 8 a 14 años
	Población de 0 a 14 años
	Población de 15 a 64 años
	Población de 65 años y más
	Promedio de hijas e hijos nacidos vivos
	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena
	Población sin discapacidad, limitación, problema o condición mental
	Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela
	Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir
	Población de 15 años y más analfabeta
Principales resultados por AGEB y manzana urbana	

VARIABLES PARA CALCULAR LA VULNERABILIDAD SOCIAL (Censo de Población y Vivienda 2020)	
	Población de 15 años y más con secundaria incompleta
	Grado promedio de escolaridad
	Población de 12 años y más económicamente activa
	Población de 12 años y más no económicamente activa
	Población de 12 años y más desocupada
	Población sin afiliación a servicios de salud
	Total de hogares censales
	Hogares censales con persona de referencia mujer
	Total de viviendas
	Total de viviendas habitadas
	Total de viviendas particulares habitadas
	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra
	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
	Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto
	Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica
	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda
	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
	Viviendas particulares habitadas sin ningún bien
	Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)
Cuestionario Básico	Hijas(os) nacidas(os) vivas(os)
	Hijas(os) fallecidas(os)
Cuestionario Ampliado	Porcentaje de viviendas con material de desecho o lámina de cartón
Secretaría General de Gobierno / Secretaría de Salud de Tamaulipas	Número de médicos en cada municipio
Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo	Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos

Con esta información se construyó una base de datos con 41,688 registros, según las claves geoestadísticas únicas por manzana. Sin embargo, también se conservó la clave y nombre de la localidad y el municipio. Esto debido a que la construcción de cada indicador está asociado a una demarcación administrativa, en este caso municipal.

Finalmente, se logró analizar un total de 41,688 manzanas pertenecientes a los 10 municipios fronterizos del estado de Tamaulipas (reportadas por el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2020). No obstante, son 39,513 manzanas las que pudieron asociarse a sus polígonos. Esto se debe a que el Marco Geoestadístico Nacional del INEGI sólo incorpora polígonos a nivel manzana de localidades de más de 2,500 habitantes. Esto implica, entre otros aspectos, que el componente vulnerabilidad socioeconómica reportado en este estudio representa un 94.8% de

todas las manzanas reportadas en el año 2020 para la zona. Sin embargo, en la memoria de cálculo de este documento se encuentran el cálculo de todas las manzanas registradas para el año 2020 (41,688 manzanas) para la región de estudio.

II.3.2 CAPACIDADES MUNICIPALES PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIA

En el marco de la Gestión Integral del Riesgo, la capacidad de prevención y respuesta de los municipios constituye un pilar fundamental para reducir la vulnerabilidad de las comunidades ante amenazas naturales y antropogénicas. Este informe presenta un análisis narrativo de la información recabada a través del cuestionario aplicado a las Unidades Municipales de Protección Civil. Se prioriza lenguaje de Gestión Integral del Riesgo (GIR) y recomendaciones accionables.

Tabla 30. Puesto, edad y escolaridad de los respondientes de la encuesta de Capacidades de Prevención y Respuesta de la Unidades Municipales de Protección Civil.

Municipio	Puesto o cargo	Edad	Escolaridad
Camargo	Oficial	27	Licenciatura finalizada
Guerrero	Director	52	Bachillerato o preparatoria trunca
Gustavo Díaz Ordaz	Director	48	Secundaria finalizada
Matamoros	Encargado	59	Licenciatura trunca o en procesos
Mier	Director	38	Licenciatura trunca o en procesos
Miguel Alemán	Encargado	30	Bachillerato o preparatoria trunca
Nuevo Laredo	Director	52	Licenciatura finalizada
Reynosa	Inspector	44	Licenciatura finalizada
Río Bravo	Subdirector	34	Posgrado finalizado
Valle Hermoso	Director	37	Licenciatura finalizada

El propósito de esta sección es describir de manera integral las fortalezas y áreas de oportunidad identificadas, contextualizando los hallazgos dentro de las prácticas de planificación, organización y respuesta ante emergencias. Sin embargo, al final de esta sección, se presenta el valor obtenido y la ponderación correspondiente de capacidad de prevención y respuesta para cada municipio como indica la metodología de la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. Capítulo II. Vulnerabilidad Social” en su sección 2.1.4 Capacidad de Respuesta.

II.3.2.1 INSTRUMENTOS INSTITUCIONALES

Referente al grado de estudios que tienen los directores o encargados de Protección Civil Municipal en la región Norte y Fronteriza de Tamaulipas, se tiene que de los 10 municipios, cuatro directores cuentan con licenciatura terminada (Valle Hermoso, Camargo, Nuevo Laredo, Reynosa), dos con licenciatura en proceso (Matamoros y Ciudad Mier), un municipio con nivel de posgrado (Río Bravo). Los tres municipios restantes cuentan con directores que no tienen carrera universitaria sino otros tipos de estudios (Gustavo Díaz Ordaz, Miguel Alemán y Guerrero).

Casi todos los directores municipales de protección civil mencionaron que cuentan con instalaciones propias para realizar sus actividades de gestión de riesgo. Solamente el municipio de Río Bravo comentó que no tiene unidad de protección civil. Por otro lado, la mayoría cuentan con sus planes de emergencia o protección civil municipal, para actuar ante contingencias, a excepción de los municipios de Valle Hermoso y Guerrero.

Como lo marca la Ley General de Protección Civil, todos cuentan con los Consejos Municipales integrados por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil. Estos organizan y dirigen las acciones de atención cuando se presentan emergencias. Se mencionó también que en los municipios de Reynosa, Nuevo Laredo, Miguel Alemán, Camargo y Matamoros existe una normatividad que regula las funciones de la unidad de Protección Civil (p. ej. manual de organización, reglamento municipal, etc.). Se observa poco conocimiento sobre los instrumentos financieros que puedan ayudar en su labor: solo los municipios de Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Miguel Alemán y Camargo conocen programas de apoyo para la prevención, mitigación y/o atención de desastres.

II.3.2.2 MECANISMOS Y HERRAMIENTAS

Solo los municipios de Mier, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo, cuentan con sistemas propios de alerta temprana. Los demás difunden las alertas que reciben de niveles superiores de gobierno.

Referente a acervos de información histórica de desastres anteriores, sobre los daños y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos, que representan una importante base en el trabajo de análisis de riesgos y prevención, solo Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo cuentan con dicho acervo histórico.

Un punto importante, el análisis espacial de los riesgos en los municipios, sólo existe en los municipios de Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo. Estos cuentan con un Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad. A su vez, los otros 7 municipios se basan en mapas impresos o croquis de su localidad para ubicar los puntos críticos o zonas de peligro; de estos siete, los municipios de Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo, cuentan con Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su municipio. Debemos mencionar que el municipio de Guerrero no cuenta con ninguna de estas herramientas.

II.3.2.3 COORDINACIÓN Y CAPACIDADES

Se ha dado impulso a la coordinación principalmente en los municipios de Río Bravo, Reynosa, Nuevo Laredo, Guerrero, Camargo y Matamoros. La mayoría reportan acciones de organización y coordinación con otras instituciones en casos de emergencia, y presentan como fortaleza el hecho de que las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre. Solo el municipio de Camargo y los municipios de Miguel Alemán y Guerrero, respectivamente, mencionaron tener deficiencias en este aspecto.

Referente al grado de escolaridad que tiene el personal activo en los municipios fronterizos de Río Bravo, Reynosa, Miguel Alemán y Valle Hermoso, prevalece el grado de secundaria, mientras que en los municipios de Mier, Gustavo Díaz Ordaz, Nuevo Laredo, Guerrero, Camargo y Matamoros, el grado medio superior. En los municipios de Río Bravo, Reynosa, Nuevo Laredo, Miguel Alemán, Guerrero, Camargo, Matamoros y Valle Hermoso, el personal, independientemente de su nivel de escolaridad, está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia.

En los 10 municipios se tienen establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre, así como los sitios que pueden funcionar como refugios temporales. También se cuenta con vínculos con centros de asistencia social (DIF, SEGALMEX, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc. Además, desde el enfoque de preparación, se llevan a cabo periódicamente simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.), sobre qué hacer en caso de una emergencia y se promueve el Plan Familiar de Protección Civil. Por su parte, en los municipios de Reynosa, Camargo y Matamoros, se tienen establecidos *stocks* de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia.

II.3.2.4 RECOMENDACIONES

- Conformar y rotar un stock básico de insumos críticos para emergencias.
- Adquirir y mantener TIC básicas para continuidad operativa y redundancia de comunicaciones, como dotar de radios portátiles y protocolos de interoperabilidad.
- Integrar un SIG municipal con capas de exposición, vulnerabilidad y capacidades.
- Equipar con GPS o apps móviles para levantamiento georreferenciado en campo.
- Implementar un plan anual de capacitación y certificación del personal en GIR y primeros respondientes.

- Formalizar canales de comunicación y protocolos Sistema de Comando de Incidentes para coordinación interinstitucional.
- Crear un repositorio histórico de emergencias y lecciones aprendidas.
- Elaborar o actualizar el Plan Municipal de Emergencias con enfoque multiamenaza y participación intersectorial.
- Implementar mecanismos de alerta temprana y protocolos de difusión comunitaria.
- Mantener y actualizar de manera periódica el Plan Municipal de Emergencias incorporando aprendizajes recientes.

II.3.2.5 GRADO DE CAPACIDAD DE RESPUESTA

Finalmente, tomando las respuestas de cada municipio se realizó un análisis de ponderación para definir el valor de la capacidad de respuesta ponderada. Este grado de capacidad de respuesta y su ponderación se reportan en la tabla siguiente:

Tabla 31. Capacidad de respuesta a emergencias ponderada por municipio.

Municipio	Capacidad de respuesta	Ponderación
Camargo	Muy alta	0
Guerrero	Media	0.5
Gustavo Díaz Ordaz	Alta	0.25
Matamoros	Alta	0.25
Mier	Media	0.5
Miguel Alemán	Alta	0.25
Nuevo Laredo	Muy alta	0
Reynosa	Muy alta	0
Río Bravo	Alta	0.25
Valle Hermoso	Media	0.5

En los municipios de Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo, se encontró un grado de capacidad de respuesta Muy alta. A su vez, en Gustavo Díaz Ordaz, Río Bravo, Miguel Alemán y Matamoros, esta fue Alta. Finalmente, en Mier, Guerrero y Valle Hermoso, esta fue Media. Ninguno de los municipios presentó niveles de capacidad de respuesta bajos o muy bajos.

En general, en los diez municipios se identifican las actividades y responsabilidades clásicas de la protección civil referente a la atención a las emergencias presentes en sus ciudades: incendios, accidentes viales, traslados, etc.). También se encontraron ejemplos de capacitación en materia de protección civil a los diferentes sectores de la sociedad, como educación, industria, salud, etc. Finalmente, se identificaron esfuerzos para difundir la información respecto a la prevención de desastres y manejo de éstos.

II.3.3 PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO

Este análisis es el tercer y último componente de la metodología del CENAPRED para la estimación del Índice de Vulnerabilidad Social. El formato de encuesta estándar se adaptó para realizarse en línea. En el presente estudio, de común acuerdo con el gobierno estatal y con el CENAPRED, las encuestas se enviaron en forma electrónica a personas que habitan cada uno de los 10 municipios, con el apoyo de la Secretaría General de Gobierno y los Ayuntamientos correspondientes. De este modo, se recibieron las respuestas durante un lapso de 12 meses. El número de encuestas por municipio se calculó a través de la metodología de tamaño de muestra sugerida por el CENAPRED (con intervalos de confianza del 95% y un error del 5%) con ayuda de la plataforma: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator> (Imagen 1).

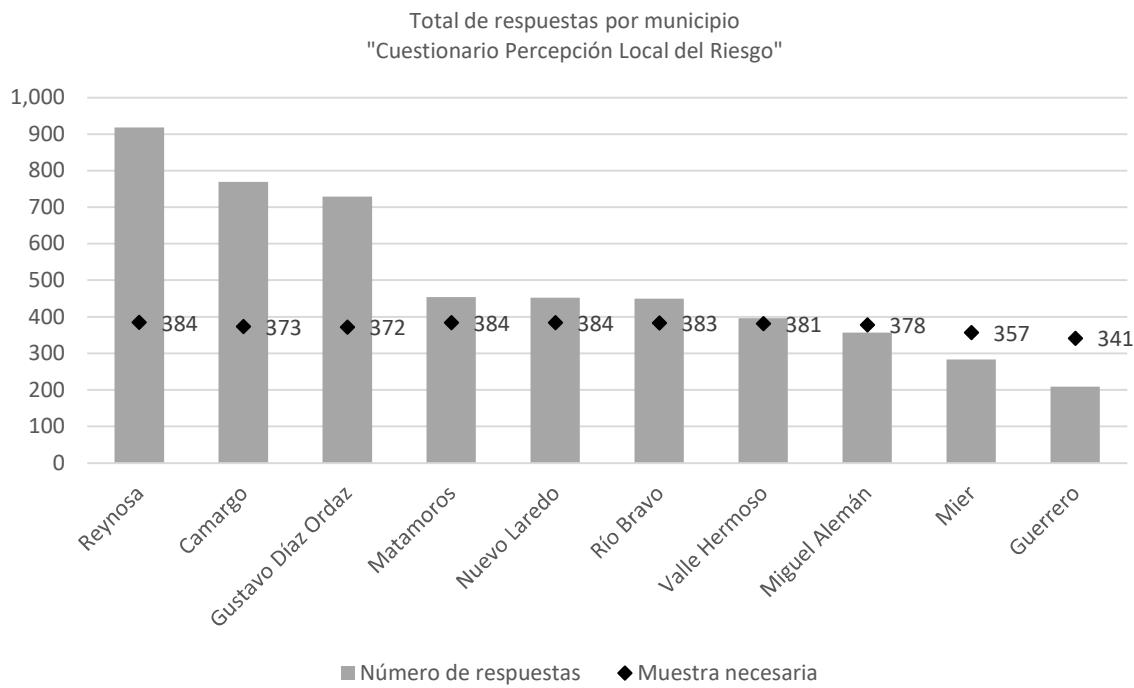


Imagen 1. Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas

El tamaño de muestra requerida para los municipios varió desde las 341 (Guerrero) a las 384 (Reynosa) encuestas. En total se obtuvieron 5,017 encuestas, no obstante, a pesar de los esfuerzos, los municipios de Miguel Alemán, Mier y Guerrero no lograron alcanzar el número de muestra necesaria. Para el caso de Miguel Alemán faltaron 21 encuestas para completar la muestra representativa, mientras que el municipio de Mier y Guerrero quedaron a 74 y 132 respectivamente (Imagen 1)

Rango de edades que respondieron el
"Cuestionario Percepción Local del Riesgo"

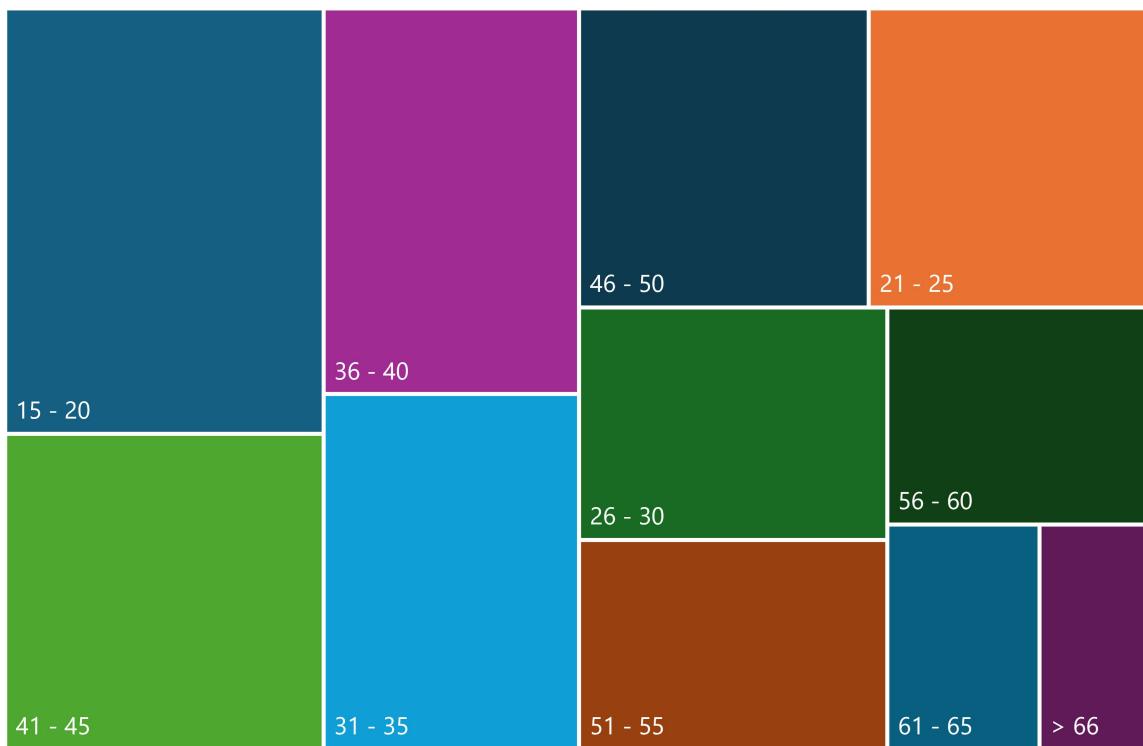


Imagen 2. Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas

La distribución de edades que respondieron la encuesta varió entre los 15 y 94 años. Sin embargo, las cohortes de edad que tuvieron mayor representación fueron de 15 a 20 años, de 41 a 45 años y de 35 a 40 años (Imagen 2).

Proporción de la escolaridad de personas que respondieron el
 "Cuestionario Percepción Local del Riesgo"

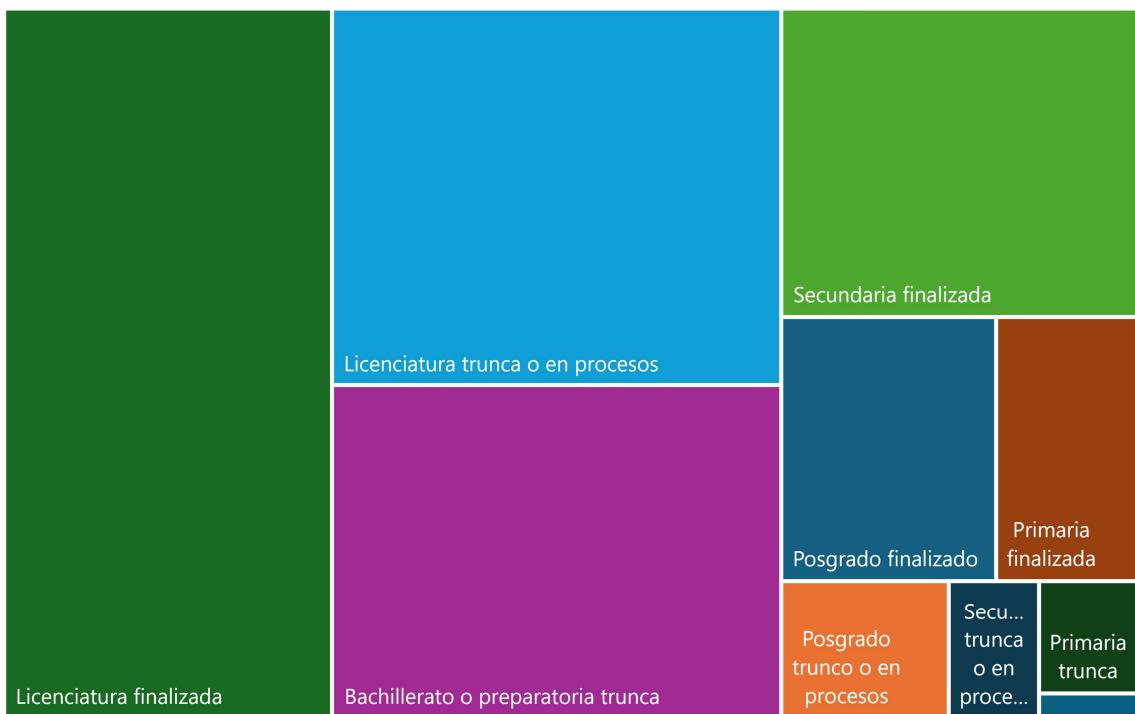


Imagen 3. Cuestionarios de capacidad de respuesta aplicado a las unidades municipales fronterizas

Para el caso de la escolaridad, el grupo que tuvo mayor participación en las encuestas de Percepción Local del Riesgo fue el conjunto con Licenciatura terminada, seguido por Licenciatura trunca y Bachillerato o preparatoria trunca (Imagen 3).

A continuación, presentamos los principales hallazgos por municipio de este componente.

II.3.3.1CAMARGO (769 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos, Volcanes. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros

químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El No (53%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (66%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (84%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (65%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (59%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (52%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (67%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el No (43%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El No (61%) ha participado en simulacros, y el Sí (74%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el No (53%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El No (44%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (81%) ha sido evacuado. El No (55%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El Sí (51%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (91%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (79%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Poco (36%). Finalmente, el Sí (87%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.2 GUERRERO (918 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El No (56%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (70%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (86%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (47%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (68%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (55%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (72%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el Sí (53%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El No (49%) ha participado en simulacros, y el Sí (84%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el Sí (64%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El Sí (45%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (88%) ha sido evacuado. El No (39%) considera que su comunidad está

preparada para afrontar desastres. El Sí (52%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (96%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (93%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Suficiente (35%). Finalmente, el Sí (86%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.3 GUSTAVO DÍAZ ORDAZ (729 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos, Volcanes. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El Sí (42%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (60%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (80%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (56%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (62%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (46%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos

naturales. En el ámbito educativo, el Sí (73%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el Sí (54%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (53%) ha participado en simulacros, y el Sí (86%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el Sí (57%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El Sí (53%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (78%) ha sido evacuado. El No (56%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El Sí (62%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (97%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (94%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Mucho (36%). Finalmente, el Sí (90%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.4 MATAMOROS (454 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos, Volcanes. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El Sí (55%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (50%) considera que su

vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (70%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (46%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (61%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (57%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (51%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el No (46%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (62%) ha participado en simulacros, y el Sí (72%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el No (60%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El No (51%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (86%) ha sido evacuado. El No (71%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El Sí (40%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (86%) conoce su existencia, y el Sí dónde se encuentra y sé sus funciones (48%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Suficiente (40%). Finalmente, el Sí (83%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.5 MIER (283 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos, Volcanes. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos),

Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El No (48%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (67%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (87%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (52%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (70%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (45%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (78%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el Sí (56%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (64%) ha participado en simulacros, y el Sí (87%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el Sí (64%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El Sí (51%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (86%) ha sido evacuado. El No (47%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El Sí (64%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (94%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (85%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Mucho

(35%). Finalmente, el Sí (93%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.6 MIGUEL ALEMÁN (357 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Sismos. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El Sí (46%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (64%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (82%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (62%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (67%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (48%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (69%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el Sí (57%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (64%) ha participado en simulacros, y el Sí (83%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el Sí (59%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El Sí (46%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras

que el No (84%) ha sido evacuado. El No (59%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El Sí (55%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (97%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (92%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Suficiente (38%). Finalmente, el Sí (84%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.7 NUEVO LAREDO (452 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos, Volcanes. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El Sí (60%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (73%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (79%) reporta haberlas sufrido. Además, el Sí (57%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (55%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el Sí (46%) conoce programas, obras

o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (61%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el Sí (52%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (71%) ha participado en simulacros, y el Sí (87%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el Sí (58%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El No (46%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (88%) ha sido evacuado. El No (54%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El Sí (69%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (97%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (90%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Mucho (46%). Finalmente, el Sí (93%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.8 REYNOSA (918 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos, Volcanes. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El Sí (75%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (54%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (71%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (47%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (53%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (66%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (43%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el No (56%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (70%) ha participado en simulacros, y el Sí (66%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el No (74%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El No (54%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (81%) ha sido evacuado. El No (72%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El No sé (36%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (82%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (38%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Poco (37%). Finalmente, el Sí (82%) ESTARÍA DISPUESTO A REUBICARSE SI SU VIVIENDA FUERA IDENTIFICADA COMO EN PELIGRO.

II.3.3.9 RÍO BRAVO (450 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El Sí (48%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (59%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (76%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (53%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (61%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (58%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos naturales. En el ámbito educativo, el Sí (55%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el No (45%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (52%) ha participado en simulacros, y el Sí (71%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el No (62%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El No (47%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (84%) ha sido evacuado. El No (63%) considera que su comunidad está

preparada para afrontar desastres. El Sí (38%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (85%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (65%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Poco (42%). Finalmente, el Sí (85%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.10 VALLE HERMOSO (396 ENCUESTAS)

En este municipio se identificaron como amenazas geológicas principales: Deslizamientos de suelo (deslaves), Flujos de lodo, Hundimientos y agrietamientos, Maremotos (Tsunamis), Sismos, Volcanes. En cuanto a fenómenos hidrometeorológicos, las personas encuestadas mencionaron: Ciclones, Erosión costera, Erosión de suelo, Granizadas, Inundaciones pluviales (lluvia) y fluviales (ríos), Lluvias torrenciales y trombas, Nevadas y Heladas, Sequía, Temperaturas extremas, Tormentas eléctricas, Vientos fuertes o extremos. Finalmente, entre los peligros químicos más reconocidos están: Explosiones, Fuentes móviles (contaminación por vehículos), Fugas y derrames de sustancias peligrosas, Incendios Urbanos, Incendios forestales.

El Sí (43%) de las personas encuestadas recuerda o sabe que han ocurrido emergencias asociadas a los peligros mencionados. El No (67%) considera que su vivienda está localizada en un área susceptible a amenazas. Respecto a pérdidas materiales, el No (84%) reporta haberlas sufrido. Además, el No (62%) ha experimentado aislamiento de su comunidad debido a interrupciones en las vías de comunicación.

En cuanto a percepción comunitaria, el Sí (61%) considera que las personas de su comunidad identifican los peligros. Sin embargo, el No (55%) conoce programas, obras o instituciones que contribuyan a disminuir los efectos de fenómenos

naturales. En el ámbito educativo, el Sí (63%) menciona que se enseñan temas sobre fenómenos naturales adversos. Respecto a la difusión de información, el No (43%) ha observado campañas sobre peligros en su comunidad. El Sí (52%) ha participado en simulacros, y el Sí (82%) sabe a quién acudir en caso de emergencia.

Por otro lado, el No (56%) sabe si existe un sistema de alertamiento en su comunidad. El No (47%) ha recibido apoyo tras ser afectado por un fenómeno natural, mientras que el No (89%) ha sido evacuado. El No (63%) considera que su comunidad está preparada para afrontar desastres. El Sí (44%) reconoce la existencia de organizaciones locales que trabajan en la atención a desastres.

En relación con la unidad de Protección Civil, el Sí (90%) conoce su existencia, y el Sé dónde se encuentra y sé sus funciones (71%) sabe dónde se ubica y qué funciones tiene. En cuanto a su capacidad de respuesta, el nivel de ayuda percibido fue: Poco (41%). Finalmente, el Sí (92%) estaría dispuesto a reubicarse si su vivienda fuera identificada como en peligro.

II.3.3.11 GRADO DE PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO

La ponderación sobre la percepción local del riesgo para todos los municipios de la región fronteriza de Tamaulipas fue Media (ponderación 0.5). A continuación, se presentan la tabla que resume el número de encuestas realizadas, su promedio municipal y la ponderación para obtener el grado de percepción local del riesgo.

Tabla 32. Resultados de rangos y ponderación del análisis de encuestas de Percepción Local del Riego

Municipio	Total respuestas	Suma total de la ponderación	Promedio de la ponderación	Ponderación	Percepción local
Camargo	769	9,874.3	12.8	0.5	Media
Guerrero	209	2,461.8	11.8	0.5	Media
Gustavo Díaz Ordaz	729	7,977.8	10.9	0.5	Media
Matamoros	454	5,967.5	13.1	0.5	Media
Mier	283	3,094.0	10.9	0.5	Media
Miguel Alemán	357	4,022.8	11.3	0.5	Media
Nuevo Laredo	452	4,780.8	10.6	0.5	Media
Reynosa	918	12,639.0	13.8	0.5	Media
Río Bravo	450	6,057.8	13.5	0.5	Media
Valle Hermoso	396	5,072.3	12.8	0.5	Media
Total	5,017	61,947.8	12.3	0.5	Media

II.4 GRADO DE VULNERABILIDAD SOCIAL MUNICIPAL

La franja fronteriza de Tamaulipas, integrada por diez municipios colindantes con Estados Unidos, concentra una población total cercana a los 1.93 millones de habitantes. El peso demográfico está distribuido de manera desigual: Reynosa, con más de 706 mil habitantes (36.5% del total regional), ocupa el primer lugar, seguido por Matamoros con poco más de 540 mil personas (28%) y Nuevo Laredo, que reúne alrededor de 425 mil habitantes (22%). En conjunto, estos tres municipios agrupan casi nueve de cada diez personas que viven en la frontera norte de la entidad. El resto de la población se distribuye en municipios de menor tamaño como Río Bravo (133 mil habitantes), Valle Hermoso (60 mil), Miguel Alemán (26 mil), Camargo (16.5 mil), Gustavo Díaz Ordaz (15.6 mil), Mier (6.3 mil) y Guerrero (3.8 mil). Esta composición demográfica refleja un patrón altamente concentrado en tres polos urbanos de gran peso económico y social, acompañados de municipios con poblaciones más reducidas y estructuras socioeconómicas distintas.

En este contexto poblacional, el Índice de Vulnerabilidad Social muestra que la región, en su conjunto, se encuentra en un rango favorable a escala municipal. Los valores obtenidos oscilan entre 0.140 (Camargo) y 0.301 (Guerrero), todos dentro de las

categorías Muy bajo o Bajo. De acuerdo con la clasificación cualitativa, tres municipios alcanzan el grado de Muy bajo (Camargo, Reynosa y Nuevo Laredo), mientras que los siete restantes se ubican en el nivel Bajo (entre ellos Matamoros, Río Bravo, Valle Hermoso y Guerrero). De esta manera, más de la mitad de la población regional (alrededor del 59%) reside en municipios con Muy baja vulnerabilidad social, mientras que el 41% restante lo hace en municipios con grado Bajo. Este hallazgo indica que, en términos comparativos, la frontera tamaulipecana presenta un panorama homogéneo y sin municipios en las categorías medias o altas del índice.

La revisión de los subíndices permite matizar este resultado general. El subíndice de vulnerabilidad socioeconómica, se ubica en Muy bajo en todos los municipios, lo cual refleja condiciones relativamente favorables en materia de acceso a servicios básicos, escolaridad promedio, infraestructura habitacional y disponibilidad de servicios médicos en la escala municipal. Es importante subrayar que esto no elimina la existencia de rezagos a nivel intraurbano o en localidades específicas, pero sí sugiere que, en promedio, el componente socioeconómico no es un factor crítico de vulnerabilidad a nivel municipal.

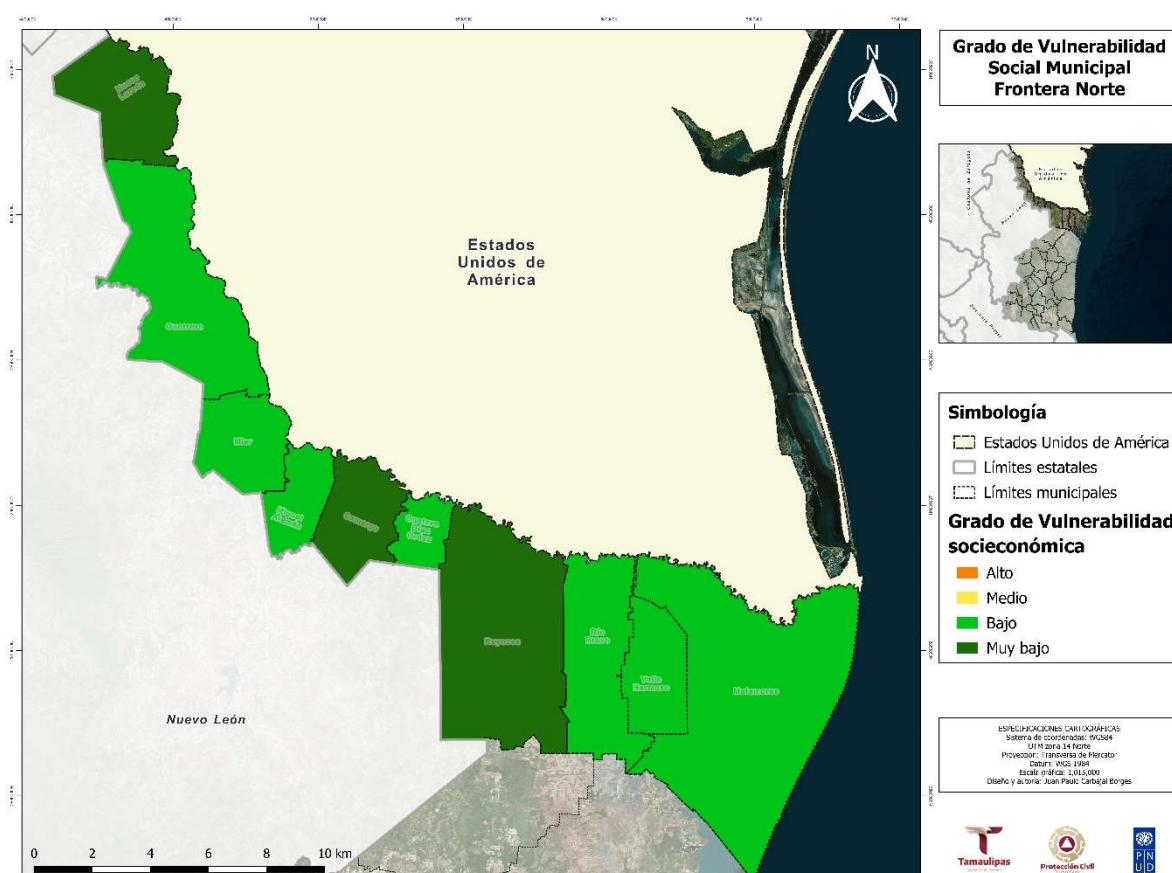


Imagen 4. Grado de Vulnerabilidad Social a nivel municipal

En contraste, el subíndice de capacidad de prevención y respuesta muestra variaciones más notorias. Municipios como Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo presentan grados Muy altos, asociados a una mayor presencia institucional y a la infraestructura disponible para enfrentar contingencias. Otros municipios, como Matamoros, Río Bravo y Miguel Alemán, se sitúan en un nivel Alto, mientras que Valle Hermoso, Mier y Guerrero aparecen en un rango Medio, lo que refleja diferencias claras en el grado de preparación ante emergencias y la fortaleza institucional local. Estas diferencias explican en buena medida por qué, aun con niveles similares de condiciones socioeconómicas, algunos municipios presentan un índice global de vulnerabilidad ligeramente más elevado.

Finalmente, el subíndice de percepción local del riesgo resulta homogéneo en toda la región, con valores en torno a 0.5 y calificación de Medio. Esto sugiere que,

independientemente del tamaño poblacional o del nivel institucional, la percepción ciudadana frente al riesgo no constituye un factor diferenciador entre municipios. La lectura de este componente es relevante: la percepción social se mantiene estable, pero no se traduce todavía en un nivel alto de conciencia o preparación colectiva.

En conjunto, la región fronteriza de Tamaulipas muestra un perfil de vulnerabilidad social bajo o muy bajo, explicado principalmente por las condiciones socioeconómicas relativamente favorables en la escala municipal y por la fortaleza institucional en las ciudades de mayor tamaño. Sin embargo, las diferencias en la capacidad de prevención y respuesta marcan contrastes significativos, especialmente entre los municipios grandes y los de menor tamaño poblacional, lo que plantea el reto de fortalecer mecanismos de preparación y respuesta en estos últimos. Así, aunque el panorama regional es positivo en términos de vulnerabilidad social agregada, la lectura detallada por subíndices señala áreas de oportunidad diferenciadas que deberán atenderse para consolidar la resiliencia de la franja fronteriza.

Tabla 33. Índice y grado de vulnerabilidad social nivel municipal

Municipio	Índice de Vulnerabilidad Social	Grado de Vulnerabilidad Social
Camargo	0.14	Muy bajo
Guerrero	0.30	Bajo
Gustavo Díaz Ordaz	0.23	Bajo
Matamoros	0.22	Bajo
Mier	0.27	Bajo
Miguel Alemán	0.20	Bajo
Nuevo Laredo	0.17	Muy bajo
Reynosa	0.16	Muy bajo
Río Bravo	0.22	Bajo
Valle Hermoso	0.27	Bajo

II.4.1. CAMARGO

Camargo registra una población de 14,933 habitantes, lo que equivale a 0.8% de la población regional, ocupando el séptimo lugar poblacional dentro de los municipios

fronterizos. Su escala demográfica es mucho menor que la de los municipios grandes, lo que se refleja en la disponibilidad más limitada de recursos e infraestructura.

El Índice de Vulnerabilidad Social clasifica a Camargo en un nivel Bajo, lo que lo ubica en la misma categoría que otros municipios medianos y pequeños de la región. El Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica se encuentra en un grado Muy bajo, lo que indica que, en promedio, la población no enfrenta rezagos críticos en servicios básicos ni en condiciones de vida. No obstante, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta se ubica en un nivel Medio, reflejando limitaciones en la fortaleza institucional y en la capacidad de preparación ante emergencias. En cuanto a la Percepción Local del Riesgo, se mantiene en un nivel Medio, lo que sugiere que la ciudadanía percibe su preparación frente a amenazas de manera moderada. En conjunto, la combinación de una base socioeconómica sólida pero una capacidad institucional más limitada explica que Camargo se ubique en un nivel de vulnerabilidad social Bajo.

II.4.2. GUSTAVO DÍAZ ORDAZ

Gustavo Díaz Ordaz cuenta con 15,775 habitantes, lo que representa 0.8% de la población total de la región, ocupando el octavo lugar poblacional. Su tamaño es similar al de Camargo y se ubica entre los municipios más pequeños de la franja fronteriza.

El Índice de Vulnerabilidad Social en Gustavo Díaz Ordaz se clasifica en un nivel Bajo, resultado de una combinación de factores en los tres subíndices. El Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica se encuentra en un grado Muy bajo, mostrando que no existen rezagos estructurales severos en las condiciones de vida de la población. Sin embargo, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta aparece en un nivel Alto, lo cual sugiere una capacidad institucional más robusta en comparación con otros municipios de tamaño similar como Camargo o Mier. La Percepción Local del Riesgo, al igual que en la mayoría de los municipios de la región, se ubica en un

nivel Medio, reflejando un reconocimiento ciudadano de la existencia de riesgos, aunque sin llegar a niveles elevados de conciencia o preparación social. Esta combinación de condiciones explica que Gustavo Díaz Ordaz comparta con la mayoría de los municipios pequeños la categoría de vulnerabilidad social Baja.

II.4.3 MIGUEL ALEMÁN

Miguel Alemán cuenta con 26,349 habitantes, lo que representa 1.4% de la población total de la región, ocupando el sexto lugar poblacional en la franja fronteriza. Se trata de un municipio de tamaño reducido en comparación con los grandes polos urbanos, lo que influye en la escala de su infraestructura social e institucional.

En este municipio, el Índice de Vulnerabilidad Social se clasifica en un nivel Bajo. El Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica presenta un grado Muy bajo, lo que indica condiciones socioeconómicas relativamente favorables en el promedio municipal. El Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta, en cambio, se ubica en un nivel Alto, lo que refleja una mayor solidez institucional en comparación con municipios pequeños como Mier o Guerrero, aunque todavía distante de los niveles muy altos observados en Reynosa y Nuevo Laredo. La Percepción Local del Riesgo, por su parte, mantiene un nivel Medio, similar al patrón regional. En conjunto, la combinación de una base socioeconómica estable, una capacidad institucional intermedia y una percepción de riesgo moderada sitúan a Miguel Alemán en el grado Bajo de vulnerabilidad social.

II.4.4. MIER

Mier es uno de los municipios con menor población de la franja fronteriza, con 8,382 habitantes, lo que corresponde a apenas 0.4% de la población regional, colocándolo en el noveno lugar poblacional. Su escala demográfica reducida se traduce en limitaciones en la infraestructura institucional y en la disponibilidad de recursos.

El Índice de Vulnerabilidad Social ubica a Mier en un nivel Bajo. El Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica presenta un grado Muy bajo, reflejando que las condiciones promedio de acceso a servicios básicos no se encuentran entre las más desfavorables. No obstante, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta se clasifica en un nivel Medio, lo cual es consistente con las limitaciones propias de un municipio de escala reducida. La Percepción Local del Riesgo también se ubica en un nivel Medio, mostrando una percepción ciudadana acorde con el resto de los municipios pequeños de la región. Así, la combinación de una base socioeconómica estable, pero con restricciones institucionales y una percepción de riesgo intermedia, coloca a Mier en la categoría de vulnerabilidad social Baja

II.4.5. GUERRERO

Guerrero es el municipio con la menor población de toda la franja fronteriza, con apenas 4,477 habitantes, lo que representa únicamente 0.2% del total regional. Este tamaño reducido lo ubica en el décimo lugar poblacional, por debajo incluso de Mier. La baja densidad demográfica y su escala institucional limitada son factores que influyen directamente en la interpretación de sus indicadores de vulnerabilidad social.

El Índice de Vulnerabilidad Social coloca a Guerrero en un nivel Bajo, al igual que ocurre en la mayoría de los municipios pequeños de la región. El Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica presenta un grado Muy bajo, lo cual indica que, en términos promedio, la población no enfrenta rezagos significativos en materia de servicios básicos ni en indicadores de bienestar. Sin embargo, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta alcanza únicamente un nivel Medio, lo que refleja limitaciones notorias en la capacidad institucional para enfrentar emergencias y organizar respuestas comunitarias. La Percepción Local del Riesgo, por su parte, también se encuentra en un nivel Medio, consistente con el patrón observado en otros municipios de escala demográfica reducida. En conjunto, la combinación de condiciones socioeconómicas relativamente favorables pero con debilidades

institucionales y percepciones ciudadanas moderadas explica que Guerrero, a pesar de ser el municipio más pequeño de la franja, se clasifique en el grado Bajo de vulnerabilidad social.

II.4.6. NUEVO LAREDO

Nuevo Laredo ocupa el tercer lugar poblacional en la franja fronteriza de Tamaulipas, con 425,058 habitantes, lo que representa 22% de la población regional. Su tamaño lo convierte en otro de los grandes centros urbanos de la frontera, aunque con una población menor que la registrada en Reynosa y Matamoros.

El Índice de Vulnerabilidad Social de Nuevo Laredo se clasifica en un nivel Muy bajo, situándolo junto con Reynosa como uno de los municipios con menor vulnerabilidad social de toda la región. Este resultado se explica principalmente por un Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica también en grado Muy bajo, lo cual denota una menor presencia de carencias estructurales y un acceso más amplio a servicios básicos. Además, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta alcanza un nivel Muy alto, lo que indica una infraestructura institucional robusta y una alta capacidad organizativa frente a riesgos. La Percepción Local del Riesgo, en cambio, se ubica en un nivel Medio, mostrando nuevamente una relativa distancia entre las condiciones objetivas de preparación y la percepción subjetiva de la población. En conjunto, estos resultados colocan a Nuevo Laredo en una posición favorable, al compartir con Reynosa el nivel más bajo de vulnerabilidad social en toda la frontera.

II.4.7. RÍO BRAVO

Río Bravo cuenta con 133,935 habitantes, lo que equivale a 6.9% de la población regional, ocupando el cuarto lugar poblacional entre los municipios de la franja fronteriza. Aunque su tamaño es considerablemente menor al de Reynosa, Matamoros o Nuevo Laredo, sigue representando un núcleo importante dentro de la dinámica regional.

El Índice de Vulnerabilidad Social en Río Bravo se clasifica en un nivel Bajo, lo que lo sitúa en una posición intermedia en la región. El Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica se encuentra en un nivel Muy bajo, lo cual indica que los rezagos en materia de acceso a servicios, escolaridad e infraestructura son limitados en términos municipales. Sin embargo, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta alcanza únicamente un nivel Alto, lo que refleja una infraestructura institucional con ciertas limitaciones frente a los municipios de mayor tamaño poblacional. Este factor es clave para explicar por qué Río Bravo no alcanza la categoría de Muy bajo en el índice global. Finalmente, la Percepción Local del Riesgo se encuentra en un nivel Medio, lo cual muestra que, en la percepción ciudadana, la preparación y respuesta ante emergencias no es percibida como óptima. En conjunto, aunque las condiciones socioeconómicas de Río Bravo son similares a las de otros municipios de la región, las diferencias en capacidad institucional y la percepción social del riesgo explican su clasificación en el grado Bajo.

II.4.8. REYNOSA

Reynosa es el municipio más poblado de toda la franja fronteriza de Tamaulipas, con un total de 706,739 habitantes, lo que equivale a 36.5% de la población regional. En términos relativos, este municipio ocupa el primer lugar poblacional, concentrando por sí solo más de un tercio de los habitantes de la frontera. Su peso demográfico y económico lo convierte en un polo central dentro de la región, con implicaciones directas en la interpretación de su vulnerabilidad social.

El Índice de Vulnerabilidad Social ubica a Reynosa en un nivel Muy bajo, resultado que lo coloca entre los municipios con mejores condiciones relativas de la franja. Este resultado se explica, en primer lugar, porque el Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica se encuentra también en un rango Muy bajo, lo cual refleja un acceso más generalizado a servicios básicos y una menor incidencia de rezagos en comparación con municipios de menor tamaño. Además, el Subíndice de Capacidad

de Prevención y Respuesta alcanza un nivel Muy alto, lo que significa que la infraestructura institucional, los recursos disponibles y la organización gubernamental se perciben como elementos sólidos para enfrentar situaciones de emergencia. Por último, la Percepción Local del Riesgo se mantiene en un grado Medio, lo cual indica que, a pesar de contar con condiciones objetivas favorables, la ciudadanía no percibe en la misma medida un nivel elevado de preparación o conciencia ante posibles amenazas. En conjunto, Reynosa combina un bajo rezago socioeconómico con una alta capacidad institucional, lo que explica su clasificación en la categoría más baja de vulnerabilidad social.

II.4.9. MATAMOROS

Matamoros es el segundo municipio más poblado de la región, con 541,979 habitantes, lo que representa 28% del total regional. Junto con Reynosa y Nuevo Laredo, constituye uno de los tres polos urbanos que concentran la mayor parte de la población en la franja fronteriza, aunque en términos de tamaño se encuentra claramente detrás de Reynosa.

En el caso de Matamoros, el Índice de Vulnerabilidad Social se clasifica en un nivel Bajo, lo que lo coloca en una posición intermedia dentro de la región. Este resultado se deriva, en primer lugar, de un Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica calificado como Muy bajo, similar a lo que ocurre en los demás municipios grandes de la frontera. Sin embargo, a diferencia de Reynosa, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta alcanza únicamente un nivel Alto, lo que refleja diferencias en la infraestructura institucional y en los mecanismos de preparación ante emergencias. Es decir, aunque las condiciones socioeconómicas son favorables, la capacidad de respuesta no se percibe como tan sólida como en Reynosa. Finalmente, la Percepción Local del Riesgo se ubica en un nivel Medio, lo que indica una percepción ciudadana que no termina de traducirse en confianza plena ni en una alta conciencia

preventiva. Esta combinación de factores explica por qué Matamoros no alcanza la categoría de Muy bajo y se ubica en un nivel ligeramente superior de vulnerabilidad social en comparación con Reynosa.

II.4.10. VALLE HERMOSO

Valle Hermoso registra una población de 60,055 habitantes, lo que corresponde a apenas 3.1% del total regional, con lo cual ocupa el quinto lugar poblacional dentro de la frontera de Tamaulipas. Su tamaño es notoriamente menor que el de los cuatro municipios más poblados, lo que influye directamente en la disponibilidad de recursos e infraestructura local.

El Índice de Vulnerabilidad Social coloca a Valle Hermoso en un nivel Bajo, similar a lo observado en Río Bravo. El Subíndice de Vulnerabilidad Socioeconómica muestra un grado Muy bajo, lo que significa que, en promedio, no se identifican rezagos críticos en materia de condiciones de vida, servicios básicos o escolaridad. Sin embargo, el Subíndice de Capacidad de Prevención y Respuesta se ubica en un nivel Medio, lo que indica limitaciones más evidentes en la preparación institucional ante emergencias y en la capacidad de respuesta local. Este es un elemento clave que diferencia a Valle Hermoso de municipios como Reynosa o Nuevo Laredo, donde la capacidad institucional se clasifica como muy alta. Finalmente, la Percepción Local del Riesgo también se ubica en un nivel Medio, reflejando una percepción ciudadana moderada frente a las amenazas. Esta combinación de factores explica que, aunque las condiciones socioeconómicas sean favorables, la debilidad institucional y la percepción de riesgo en niveles intermedios mantengan el nivel de vulnerabilidad social en grado Bajo.

II.5 MAPAS DE VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA A NIVEL MANZANA GEOESTADÍSTICA

En la escala regional se contabilizan 41,686 manzanas. El grado de vulnerabilidad socioeconómica se distribuye con un predominio claro de Muy bajo, que alcanza 32,884 manzanas (78.88%), seguido por Bajo con 7,421 (17.80%); por su parte, Medio suma 1,374 (3.30%), Alto es marginal con 7 (0.02%) y Muy alto no aparece (Tabla 34). Esta estructura confirma un territorio mayoritariamente favorable. En consecuencia, la lectura regional no es la de una vulnerabilidad extendida, sino la de focos intraurbanos que interrumpen el patrón general de baja vulnerabilidad.

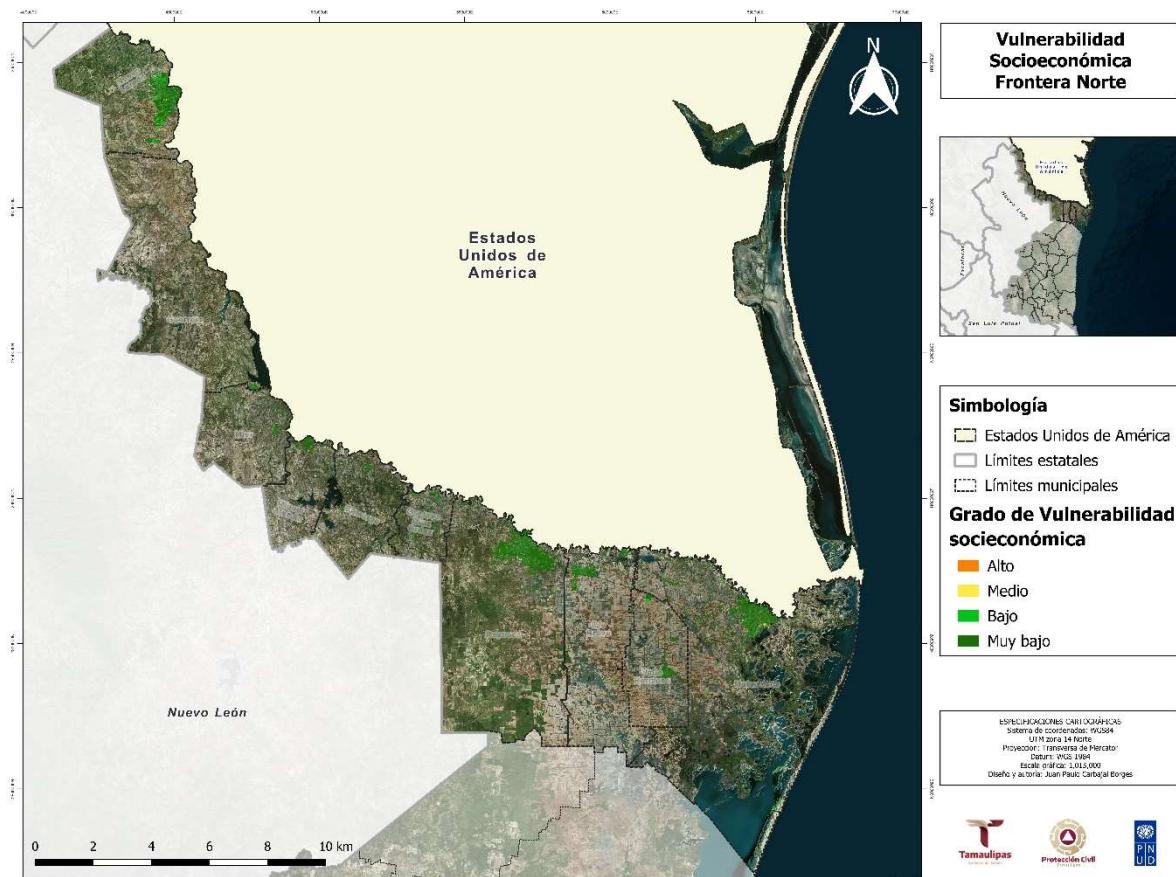


Imagen 5. Mapa general del grado de vulnerabilidad socioeconómica a nivel manzana para la zona norte de Tamaulipas (fronteriza)

Al observar dónde se concentran esas elevaciones (Medio y Alto), la pauta es inequívoca: el fenómeno se ancla en las cabeceras. La Heroica Matamoros concentra

337 manzanas clasificadas en Medio/Alto, equivalentes al 0.81% del total regional y al 24.40% del subconjunto Medio/Alto (foco); Nuevo Laredo reúne 319 manzanas (0.77% del total; 23.10% dentro del foco), y Reynosa 292 (0.70% del total; 21.14% del foco). Por detrás aparece Ciudad Río Bravo con 109 (0.26% del total; 7.89% del foco). En una segunda línea, con participaciones pequeñas pero no despreciables, destacan Ciudad Gustavo Díaz Ordaz (17; 1.23% del foco), Ramírez (17; 1.23%), El Moquetito (12; 0.87%), Las Higuerillas (9; 0.65%), El Progreso/Nuevo Progreso (9; 0.65%) y Nuevo Progreso (9; 0.65%), además de San Francisco (8; 0.58%) y El Ranchito y Refugio (El Refugio) (7; 0.51%). En conjunto, Matamoros, Nuevo Laredo y Reynosa concentran más de dos tercios de los grados Medio/Alto regional, lo que confirma que la elevación del índice es, ante todo, intraurbana, con extensiones menores hacia localidades periféricas donde persisten servicios incompletos.

En cuanto a qué condiciones sostienen esos valores de Medio/Alto en la región, el perfil de los componentes normalizados del índice es contundente. Las manzanas ubicadas en Medio/Alto presentan, respecto del promedio regional, incrementos marcados en déficit habitacional, viviendas sin drenaje, viviendas sin agua entubada y viviendas con piso de tierra; se añade la falta de energía eléctrica en la vivienda. A este núcleo material se suman factores sociales y demográficos que refuerzan la vulnerabilidad: población sin derechohabiencia, rezagos educativos —capturados por el grado promedio de escolaridad normalizado— y la asistencia escolar, junto con una mayor razón de dependencia. Incluso indicadores contextuales como médicos por 1,000 habitantes muestran diferencias positivas dentro del foco, lo que sugiere que la densidad urbana y la concentración poblacional coexisten con brechas habitacionales en sectores específicos; es decir, la presencia de equipamientos o servicios médicos en la ciudad no neutraliza, por sí misma, los rezagos en la vivienda y en las redes que explican el ascenso del índice.

La síntesis regional es clara: la vulnerabilidad socioeconómica en la franja fronteriza no se dispersa homogéneamente, sino que emerge en nodos intraurbanos donde coinciden carencias de agua y drenaje, materialidad precaria de la vivienda (piso de tierra, materiales de baja calidad, electrificación deficiente) y protección social insuficiente, todo ello acompañado por rezagos educativos y una estructura demográfica menos favorable. La priorización más efectiva, por tanto, es territorial y sectorial a la vez: intervenciones integrales por polígonos urbanos que combinen mejoramiento de vivienda, conexión a redes hidráulicas y eléctricas, pisos firmes y ampliación de la derechohabiencia, con acciones educativas que consoliden la reducción sostenida del índice.

Tabla 34. Número de manzanas y porcentaje, para cada Grado de Vulnerabilidad Socioeconómica.

Grado de vulnerabilidad socioeconómica	Número de manzanas	Porcentaje
Muy bajo	32,884	78.88%
Bajo	7,421	17.80%
Medio	1,374	3.30%
Alto	7	0.02%
Muy Alto	0	0.00%

A continuación se desglosa y explica los resultados del grado de vulnerabilidad socioeconómica para cada municipio.

II.5.1 CAMARGO

En Camargo, el panorama del grado de vulnerabilidad socioeconómica describe un escenario con 1,174 manzanas, en el cual Muy bajo concentra 1,083 manzanas (92.25%), Bajo reúne 91 (7.75%), y los demás grados de vulnerabilidad socioeconómica no están presentes. Esta configuración sugiere un comportamiento territorial coherente con la estructura urbana local, pero con contrastes identificables allí donde el índice se eleva. Desde la óptica territorial de Bajo, sobresale que Comales (25 manzanas; 2.13% del total municipal); Ciudad Camargo (21 manzanas; 1.79% del total municipal); Rancherías (9 manzanas; 0.77% del total municipal); El Azúcar (7

manzanas; 0.6% del total municipal); Guardados de Abajo (5 manzanas; 0.43% del total municipal); Nuevo Camargo (Villanueva) (5 manzanas; 0.43% del total municipal); El Gonzaleño (4 manzanas; 0.34% del total municipal); López y Nuevo Cadillo (4 manzanas; 0.34% del total municipal) El núcleo causal de la vulnerabilidad en estos puntos está relacionado con dependencia económica; no derechohabiencia; tasa de desempleo abierto; porcentaje de asistencia a la escuela; densidad de población; porcentaje de analfabetismo; grado promedio escolar; y población indígena. En conjunto, el patrón dominante es el de carencias en servicios y materialidad de la vivienda, moduladas por cobertura social y componentes educativos/demográficos.

II.5.2 GUERRERO

En Guerrero, la configuración del grado de vulnerabilidad socioeconómica se evidencia a través de una base ampliamente favorable con 524 manzanas, donde Muy bajo concentra 198 manzanas (37.79%), Bajo reúne 326 (62.21%), mientras que los demás grados no están presentes. Esta configuración sugiere un comportamiento territorial coherente con la estructura urbana local, pero con contrastes identificables allí donde el índice se eleva. Si se focaliza la concentración espacial para Bajo, destacan Nueva Ciudad Guerrero (39 manzanas; 7.44% del total municipal); San Ignacio (12 manzanas; 2.29% del total municipal); La Lajilla (10 manzanas; 1.91% del total municipal); San Rafael de las Tortillas (10 manzanas; 1.91% del total municipal); San Francisco (4 manzanas; 0.76% del total municipal); Santa Martha (3 manzanas; 0.57% del total municipal); Los Lazos (2 manzanas; 0.38% del total municipal); Los Negritos (2 manzanas; 0.38% del total municipal). El incremento del índice en los polígonos señalados responde principalmente a tasa de desempleo abierto; personas dependen de la PEA; asistencia a la escuela; vivienda sin drenaje; vivienda sin acceso a agua potable; no derechohabiencia; viviendas sin energía eléctrica. A modo de síntesis, la

materialidad y los servicios del hogar explican la mayor parte del riesgo, mientras que salud y educación lo consolidan donde coinciden.

II.5.3 GUSTAVO DÍAZ ORDAZ

En Gustavo Díaz Ordaz, la distribución del grado de vulnerabilidad socioeconómica perfila una estructura con 726 manzanas; bajo esta, Muy bajo concentra 456 manzanas (62.81%), Bajo reúne 242 (33.33%), Medio alcanza 28 (3.86%), y los demás grados no están presentes. Esta configuración sugiere un comportamiento territorial coherente con la estructura urbana local, pero con contrastes identificables allí donde el índice se eleva. Al analizar la distribución espacial de Medio, se verifica que Ciudad Gustavo Díaz Ordaz (17 manzanas; 2.34% del total municipal); Los Villarreales (5 manzanas; 0.69% del total municipal); Valadeces (4 manzanas; 0.55% del total municipal); Lucio Blanco (1 manzanas; 0.14% del total municipal); Venecia (1 manzanas; 0.14% del total municipal) Las condiciones que sostienen la elevación del índice en estas zonas se asocian con densidad de poblacional. En suma, prevalece la combinación de déficits habitacionales y servicios básicos incompletos, reforzada por rezagos de protección social y estructura demográfica.

II.5.4 MIER

En Mier, el patrón municipal del índice muestra un perfil con 566 manzanas geoestadísticas; en términos porcentuales, Muy bajo concentra 527 manzanas (93.11%), Bajo reúne 39 (6.89%), y los demás grados no están presentes. Al examinar la concentración territorial del segmento Bajo, se observa que Mier (39 manzanas; 6.89% del total municipal) Los determinantes que empujan el índice hacia arriba en estos sectores corresponden a personas dependen de la PEA; porcentaje de asistencia a la escuela; grado promedio escolar; densidad de poblacional. Globalmente, la vulnerabilidad se organiza alrededor del el empleo y edad, con aportes de derechohabiencia y educación.

II.5.5 MIGUEL ALEMÁN

En Miguel Alemán, los datos del grado de vulnerabilidad socioeconómica dibujan un cuadro general con 1,219 manzanas, en el que Muy bajo concentra 1,144 manzanas (93.85%), Bajo reúne 75 (6.15%), y los demás grados no están presentes. Al mirar la concentración geográfica de Bajo, se advierte que Ciudad Miguel Alemán (37 manzanas; 3.04% del total municipal); Los Ángeles (8 manzanas; 0.66% del total municipal); Arcabuz (7 manzanas; 0.57% del total municipal); Los Guerra (7 manzanas; 0.57% del total municipal); Guardados de Arriba (5 manzanas; 0.41% del total municipal); El Ranchito (Cerro Azul) (2 manzanas; 0.16% del total municipal); Los Altitos (2 manzanas; 0.16% del total municipal); Los López (2 manzanas; 0.16% del total municipal). La elevación del grado en estos ámbitos se explica por personas dependen de la PEA; porcentaje de asistencia a la escuela; tasa de mortalidad infantil; tasa de desempleo abierto; no derechohabiencia; densidad de poblacional; grado promedio escolar; vivienda sin drenaje. En perspectiva, intervenir sobre agua, drenaje y mejoramiento habitacional, junto con extensión de la protección social, debería reducir sostenidamente la vulnerabilidad.

II.5.6 MATAMOROS

En Matamoros, la distribución del grado de vulnerabilidad socioeconómica perfila un escenario con 10,934 manzanas, en el cual Muy bajo concentra 8,186 manzanas (74.87%), Bajo reúne 2,268 (20.74%), Medio alcanza 474 (4.34%), Alto registra 6 (0.05%) y Muy Alto se mantiene en 0 (0.00%). Desde la óptica territorial de Medio/Alto, sobresale que Heroica Matamoros (337 manzanas; 3.08% del total municipal); Ramírez (17 manzanas; 0.16% del total municipal); El Moquetito (12 manzanas; 0.11% del total municipal); Las Higuerillas (9 manzanas; 0.08% del total municipal); El Control (7 manzanas; 0.06% del total municipal); El Ranchito y Refugio (El Refugio) (7 manzanas; 0.06% del total municipal); Venustiano Carranza (6

manzanas; 0.05% del total municipal); Soliseño (5 manzanas; 0.05% del total municipal) El núcleo causal de la vulnerabilidad en estos puntos está relacionado con déficit de vivienda; viviendas sin acceso a drenaje, agua y energía eléctrica; viviendas con piso de tierra; y no derechohabiencia. En conjunto, el patrón dominante es el de carencias en servicios y materialidad de la vivienda, moduladas por cobertura social y componentes educativos/demográficos.

II.5.7 NUEVO LAREDO

En Nuevo Laredo, el patrón municipal del índice muestra una estructura con 7,920 manzanas; bajo esta, Muy bajo concentra 6,094 manzanas (76.94%), Bajo reúne 1,470 (18.56%), Medio alcanza 356 (4.49%), mientras que los demás grados están ausentes. Esta configuración sugiere un comportamiento territorial coherente con la estructura urbana local, pero con contrastes identificables allí donde el índice se eleva. Al analizar la distribución espacial de Medio, se verifica que Nuevo Laredo (319 manzanas; 4.03% del total municipal); El Progreso (Nuevo Progreso) (9 manzanas; 0.11% del total municipal); Los Artistas Segunda Etapa (6 manzanas; 0.08% del total municipal); La Cruz (2 manzanas; 0.03% del total municipal); La Herradura (1 manzanas; 0.01% del total municipal); San Juan (Las Amapolas) (1 manzanas; 0.01% del total municipal); San Fernando (1 manzanas; 0.01% del total municipal); Oscar [Granja Porcina] (1 manzanas; 0.01% del total municipal) Las condiciones que sostienen la elevación del índice en estas zonas se asocian con déficit de vivienda; viviendas sin energía eléctrica; viviendas con piso de tierra; viviendas sin acceso a agua potable; viviendas sin acceso a drenaje; personas dependen de la PEA; no derechohabiencia y grado promedio escolar. En suma, prevalece la combinación de déficits habitacionales y servicios básicos incompletos, reforzada por rezagos de protección social y estructura demográfica.

II.5.8 REYNOSA

En Reynosa, el panorama del grado de vulnerabilidad socioeconómica describe un cuadro general con 12,625 manzanas, en el que Muy bajo concentra 10,639 manzanas (84.27%), Bajo reúne 1,650 (13.07%), Medio alcanza 335 (2.65%), Alto registra 1 (0.01%) y Muy Alto se mantiene en 0 (0.00%). Al mirar la concentración geográfica de Medio a Muy alto, se advierte que Reynosa (292 manzanas; 2.31% del total municipal); General Pedro María Anaya (6 manzanas; 0.05% del total municipal); Pancho Villa (Francisco Villa) (4 manzanas; 0.03% del total municipal); El Guerreño (4 manzanas; 0.03% del total municipal); Los Cavazos (4 manzanas; 0.03% del total municipal); Alfredo V. Bonfil (Periquitos) (3 manzanas; 0.02% del total municipal); Reynosa Díaz (3 manzanas; 0.02% del total municipal); La Azufrosa (2 manzanas; 0.02% del total municipal). La elevación del grado en estos ámbitos se explica por viviendas sin acceso a agua drenaje y energía eléctrica; déficit de vivienda; vivienda con piso de tierra; no derechohabiencia; grado promedio escolar; y personas dependen de la PEA. En perspectiva, intervenir sobre agua, drenaje y mejoramiento habitacional, junto con extensión de la protección social, debería reducir sostenidamente la vulnerabilidad.

II.5.9 RÍO BRAVO

En Río Bravo, la configuración el grado de vulnerabilidad socioeconómica evidencia un perfil con 3,662 manzanas geoestadísticas; en términos porcentuales, Muy bajo concentra 2,315 manzanas (63.22%), Bajo reúne 1,166 (31.84%), Medio alcanza 181 (4.94%), Alto y Muy Alto se mantienen en 0. Al examinar la concentración territorial del segmento Medio, se observa que Ciudad Río Bravo (109 manzanas; 2.98% del total municipal); Nuevo Progreso (9 manzanas; 0.25% del total municipal); San Francisco (8 manzanas; 0.22% del total municipal); Mario Souza (6 manzanas; 0.16% del total municipal); Nueva Independencia (La Culeca) (5 manzanas; 0.14% del total

municipal); Unión Campesina (4 manzanas; 0.11% del total municipal); Santa Apolonia (4 manzanas; 0.11% del total municipal); Cándido Aguilar (4 manzanas; 0.11% del total municipal) Los determinantes que empujan el índice hacia arriba en estos sectores corresponden a viviendas sin acceso a drenaje y electricidad; déficit de vivienda; no derechohabiencia; viviendas con piso de tierra; porcentaje de asistencia a la escuela; personas dependen de la PEA. Globalmente, la vulnerabilidad se organiza alrededor de servicios de vivienda incompletos y calidad constructiva, con aportes de derechohabiencia y educación.

II.5.10 VALLE HERMOSO

En Valle Hermoso, la cartografía del grado de vulnerabilidad socioeconómica por manzana retrata una base ampliamente favorable con 2,336 manzanas, donde Muy bajo concentra 2,242 manzanas (95.98%), Bajo reúne 94 (4.02%), mientras que lo demás grados están ausentes. Si se focaliza la concentración espacial para Bajo, destaca que Valle Hermoso (50 manzanas; 2.14% del total municipal); Anáhuac (11 manzanas; 0.47% del total municipal); Liberación del Campesino (9 manzanas; 0.39% del total municipal); El Realito (4 manzanas; 0.17% del total municipal); La Florida (2 manzanas; 0.09% del total municipal); Urbano de la Rosa (Francisco Monroy) (1 manzanas; 0.04% del total municipal); San Felipe (1 manzanas; 0.04% del total municipal); Palo Alto (1 manzanas; 0.04% del total municipal) El incremento del índice en los polígonos señalados responde principalmente a viviendas sin drenaje, energía eléctrica y acceso a agua potable; porcentaje de asistencia a la escuela; personas dependen de la PEA; grado promedio escolar; no derechohabiencia; tasa de desempleo abierto. A modo de síntesis, la materialidad y los servicios del hogar explican la mayor parte del riesgo, mientras que salud y educación lo consolidan donde coinciden.

II.6 CONCLUSIONES

Este diagnóstico integró tres componentes de la metodología del Índice de Vulnerabilidad Social del CENAPRED (1. Condiciones socioeconómicas, 2. Capacidad de prevención y respuesta y, 3. Percepción local del riesgo) bajo la ponderación propuesta de la “*Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social (2006)*”. Grado de Vulnerabilidad Social = $0.5_1 + 0.25_2 + 0.25_3$. Sin embargo, por criterios de disponibilidad y escala, el Grado de Vulnerabilidad Social completo se estimó a nivel municipal. Mientras que a nivel manzana se cartografió únicamente el subíndice de vulnerabilidad socioeconómica (1). Esta decisión metodológica acota la lectura fina del territorio, pero preserva consistencia con la fuente y la guía oficial.

En términos de cobertura, se trabajó con 41,688 manzanas registradas por el Censo 2020; de ellas, 39,513 contaron con un polígono en el Marco Geoestadístico (localidades $\geq 2,500$ hab.), lo que supone una representación espacial del 94.8% del total. Esta restricción cartográfica es relevante: los vacíos de polígono pueden subestimar o difuminar focos puntuales en localidades pequeñas.

La distribución regional del subíndice de vulnerabilidad socioeconómica (1) confirma un territorio mayoritariamente favorable: Muy bajo (78.9%) y Bajo (17.8%) dominan, mientras que Medio (3.3%) aparece acotado; Alto es marginal (0.02%) y Muy alto no se presenta. Es decir, la vulnerabilidad no es extendida, sino concentrada.

Esas elevaciones (Medio/Alto) se anclan en cabeceras municipales: Matamoros (337 manzanas; 24.40% del foco regional Medio/Alto), Nuevo Laredo (319; 23.10%), Reynosa (292; 21.14%) y, en menor medida, Río Bravo (109; 7.89%). El patrón es eminentemente intraurbano.

Los determinantes que sostienen esos focos combinan déficits habitacionales y de servicios (piso de tierra, agua entubada, drenaje, electrificación), junto con protección social insuficiente (derechohabiencia), rezagos educativos, y una estructura

demográfica menos favorable (razón de dependencia). Incluso con presencia de equipamientos médicos, dichos rezagos barriales mantienen el índice elevado: la oferta institucional no neutraliza por sí sola carencias de vivienda y redes de apoyo.

En capacidad municipal de prevención y respuesta (2), se observa un panorama heterogéneo, pero sin valores bajos: Muy alta en Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo (ponderación 0); Alta en Gustavo Díaz Ordaz, Río Bravo, Miguel Alemán y Matamoros (0.25); Media en Mier, Guerrero y Valle Hermoso (0.5). Estas diferencias son operativas: condicionan el componente del Grado de Vulnerabilidad Social y, sobre todo, la factibilidad de ejecutar medidas correctivas en territorio.

Esa capacidad institucional se ve reforzada donde existe SIG municipal y GPS para levantamiento y análisis; hoy esto se concentra en Reynosa, Nuevo Laredo y Camargo, mientras que Guerrero no cuenta con estas herramientas. La brecha tecnológica influye en la oportunidad y precisión de la respuesta y en la planeación preventiva.

Respecto a la percepción local del riesgo (3), se recopilaron 5,017 encuestas a lo largo de 12 meses; la muestra objetivo por municipio osciló entre 341 (Guerrero) y 384 (Reynosa). Tres municipios quedaron por debajo del tamaño de muestra: Miguel Alemán (-21), Mier (-74) y Guerrero (-132). En el agregado, la ponderación resultó Media (0.5) para los diez municipios, un hallazgo que sugiere conciencia moderada del riesgo y espacios para fortalecer cultura de prevención y corresponsabilidad.

Implicaciones. Con un subíndice de vulnerabilidad socioeconómica (1) mayormente bajo y focos urbanos puntuales, el énfasis de política pública debe ser territorial y sectorial: mejoramiento de vivienda y conexión a servicios básicos (agua, drenaje, electricidad, pisos firmes), ampliación de la derechohabiencia, y acciones educativas que sostengan la reducción del índice en el tiempo; todo ello priorizado en polígonos intraurbanos detectados.

Acciones habilitadoras inmediatas. En relación con los resultados de la Capacidad de Respuesta y Prevención (2), se debe consolidar y rotar stocks básicos para emergencias; fortalecer Tecnologías de la Información y Comunicación, y comunicaciones redundantes; integrar un SIG municipal con capas de peligros-exposición-vulnerabilidad-capacidades; dotar de GPS/apps para trabajo en campo; formalizar protocolos Sistema de Comando de Incidentes y coordinación interinstitucional; establecer alerta temprana y planes municipales multiamenaza con actualización periódica. Estas medidas no solo mejoran la Capacidad de Respuesta y Prevención, también crean condiciones para ejecutar intervenciones sobre este componente, y para comunicar con mayor eficacia los riesgos.

Limitaciones y sesgos. (i) El Grado de Vulnerabilidad Social sólo se calculó a escala municipal; a nivel manzana se dispone del subíndice de vulnerabilidad socioeconómica (1), por lo que la lectura fina del Grado de Vulnerabilidad Social requiere cautela. (ii) La cobertura cartográfica (94.8%) excluye manzanas sin polígono en localidades pequeñas, con potencial subrepresentación de microfocos. (iii) La percepción se levantó en línea y con submuestras en tres municipios, con probable sesgo hacia grupos con mayor escolaridad—lo que sugiere interpretar el componente de Percepción Local del Riesgo (3) como una línea base perfectible.

Conclusión ejecutiva. La franja fronteriza norte de Tamaulipas no presenta una vulnerabilidad socioeconómica generalizada, sino focos intraurbanos bien definidos; al mismo tiempo, la capacidad institucional es, en promedio, moderada a alta, con asimetrías tecnológicas que conviene cerrar. Priorizar polígonos urbanos con carencias habitacionales y de servicios, mientras se fortalece la gestión municipal (SIG, protocolos, alerta temprana) y se mejora la percepción social del riesgo, es la vía más costo-efectiva para reducir el Grado de Vulnerabilidad Social en el corto y mediano plazo.

II.7 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Gordillo, G. D. C., y Tuñón Pablos, E. (2016). Vulnerabilidad social de la población desplazada ambiental por las inundaciones de 2007 en Tabasco (Méjico). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 25(1), 123–138. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v25n1.52591>
- Chávez-Cortés, M. M., Binnqüist-Cervantes, G. S., y Salas-Flores, A. C. (2017). Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad biofísica ante inundaciones en la susbcuenca Río Atoya-Oaxaca de Juárez. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4, 97–109.
- DOF, D. O. de la F. (2021). *Ley General de Protección Civil*. gob.mx.
<http://www.gob.mx/indesol/documentos/ley-general-de-proteccion-civil-60762>
- Flores Corona, L., López Bátiz, O., Pacheco Martínez, M. A., Reyes Salinas, C., Rivera Vargas, D., García Arroliga, N., Marín Cambranis, R., y Méndez Estrada, K. (2021). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*. CENAPRED.
<https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>
- Ruiz Rivera, N., Casado Izquierdo, J. M., Sánchez Salazar, M. T., Ruiz Rivera, N., Casado Izquierdo, J. M., y Sánchez Salazar, M. T. (2015). Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* (88), 146–162.
<https://doi.org/10.14350/rig.48326>
- SEDATU, S. de D. A., Territorial y Urbano, CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres, y CONAGUA, C. N. del A. (2018). *Términos de*

Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018.

Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano.

SSPC, S. de S. y P. C., y CENAPRED, C. N. de P. de D. (2021). *Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social.* SSPC - CNPC - CENAPRED.

ATLAS DE RIESGOS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS



Protección Civil

Tamaulipas