Periódico Oficial

GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE NUEVO LEÓN

Monterrey, Nuevo León - Viernes - 23 de Octubre de 2026

NO BAJAMOS LA GUARDIA

— 2026 —

Índice

Sección Tercera

AYUNTAMIENTOS



TOMO CLXIII
NÚMERO
141 III

Registrado como artículo de segunda clase el 18 de septiembre de 1903

Publicaciones ordinarias: **Lunes, Miércoles y Viernes**

Sumario

AYUNTAMIENTOS.

- **R. AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY, NUEVO LEÓN.**

ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS DE LA CIUDAD DE MONTERREY, N.L. …….. **3-405**

TOMO CLXIII
NÚMERO
141 III

Periódico Oficial
GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE NUEVO LEÓN

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

EL CIUDADANO ADRIÁN EMILIO DE LA GARZA SANTOS PRESIDENTE MUNICIPAL, DE MONTERREY, NUEVO LEÓN A LOS HABITANTES DE ESTE MUNICIPIO HACE SABER QUE EL AYUNTAMIENTO DE MONTERREY, EN SESIÓN ORDINARIA CELEBRADA EL 16 DE OCTUBRE DE 2026, APROBÓ LA EXPEDICIÓN DEL ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS PARA LA CIUDAD DE MONTERREY, LA CUAL A CONTINUACIÓN SE PRESENTA:



Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

2

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

AGRADECIMIENTOS

Al H. Ayuntamiento de Monterrey, Nuevo León, al Presidente Municipal de Monterrey Lic. Adrián Emilio de la Garza Santos, al Secretario de Desarrollo Urbano Sostenible Ing. Fernando Gutiérrez Moreno, a través de las áreas, dependencias e instituciones municipales que participaron en materia de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos, por su colaboración, disposición y acompañamiento durante las distintas etapas que hicieron posible la elaboración del presente proyecto.

De manera especial, se expresa un amplio reconocimiento y agradecimiento al Mtro. Daniel Betancourt Saldaña, Director de Protección Civil de Monterrey, por su liderazgo, visión y compromiso para impulsar y encabezar el desarrollo del presente proyecto, así como por su disposición para fortalecer las acciones encaminadas a la prevención, reducción y gestión integral de los riesgos en el municipio.

Asimismo, se reconoce y agradece la valiosa participación de la Arquitecta Marcela Saraí Arrazola Margain, por su apoyo técnico en campo y su contribución en las distintas etapas de desarrollo del proyecto, aportando su experiencia y capacidad técnica para el análisis, integración, coordinación y consolidación de los trabajos realizados.

Se extiende un especial agradecimiento a las dependencias y áreas técnicas del Municipio de Monterrey, particularmente al Instituto Municipal de Planeación Urbana y Convivencia de Monterrey (IMPLANC), a la Secretaría de Desarrollo Urbano, a la Secretaría de Servicios Públicos y a la Secretaría de Obras Públicas, por su colaboración y apoyo técnico, así como por la disposición para proporcionar información, conocimientos especializados, criterios técnicos y acompañamiento durante el desarrollo del proyecto. Sus aportaciones fueron fundamentales para fortalecer el análisis territorial, la integración de información y la consolidación de los resultados obtenidos.

De igual manera, se reconoce la participación de las distintas instituciones, organismos, especialistas, personas servidoras públicas y colaboradores que, desde sus respectivos ámbitos de competencia y experiencia, contribuyeron con información, conocimientos, observaciones y propuestas para la construcción de este instrumento.

Extendemos también nuestro agradecimiento a la ciudadanía de Monterrey, cuya participación durante los procesos de socialización, consulta y participación ciudadana permitió incorporar conocimientos, experiencias y propuestas desde una perspectiva territorial y comunitaria, contribuyendo al fortalecimiento de los contenidos, alcances y resultados del presente proyecto.

A todas las personas e instituciones que hicieron posible este esfuerzo conjunto, expresamos nuestro más sincero reconocimiento y agradecimiento por su compromiso, colaboración, disposición y valiosas aportaciones, que contribuyen al fortalecimiento de una cultura de prevención, a la reducción de riesgos y a la construcción de un Monterrey más seguro, resiliente y preparado ante los diferentes fenómenos perturbadores.

LIC. ADRIÁN EMILIO DE LA GARZA SANTOS
PRESIDENTE MUNICIPAL DE MONTERREY
Rúbrica

ING. FERNANDO GUTIÉRREZ MORENO
SECRETARIO DE DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE DE MONTERREY
Rúbrica

Equipo Técnico
Soluciones SIG SA de CV

Juan Carlos Calva Ríos
Director General
América Karina Román Nieto
Directora de Operaciones
Jorge Enrique Morales Jiménez
Director de Administración
Juan Carlos Cárdenas Mendoza
Líder de Proyectos de Riesgos
Daniel Nuñez Trasobares
Especialista en Geología e Hidrología
Jesús Reyes Castillo
Especialista en Geofísica y Climatología
Alejandro Calvo Rivera
Especialista Socio-Territorial

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

1. ÍNDICE

1. ÍNDICE 4
2. INTRODUCCIÓN 6
3. FUNDAMENTACIÓN JURÍDICA 7
3.1. Federal 7
3.2. Estatal 10
3.3. Municipal 11
4. ANTECEDENTES 12
5. OBJETIVOS 13
5.1. General 13
5.2. Particulares 13
6. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO 13
7. MUNICIPIO 13
8. MAPA BASE 14
9. NIVELES DE ANÁLISIS 16
10. GLOSARIO 16
11. DIAGNÓSTICO 24

11.1. Caracterización de los elementos del medio natural 24
11.1.1. Fisiografía 24
11.1.2. Geomorfología 26
11.1.3. Geología 28
11.1.4. Edafología 33
11.1.5. Hidrografía 36
11.1.6. Cuencas y subcuencas 42
11.1.7. Clima 44
11.1.8. Uso de suelo y vegetación 49
11.1.9. Áreas Naturales Protegidas 51
11.1.10. Servicio Ecosistémicos 55

11.2. Caracterización de los elementos sociales y demográficos 57
11.2.1. Dinámica demográfica 57
11.2.2. Proyección al 2030 57
11.2.3. Distribución y densidad de la población 59
11.2.4. Características sociales 67
11.2.5. Características de la vivienda 83
11.2.6. Empleos e ingresos 89
11.2.7. Población hablante de lengua indígena 95
11.2.8. Hacinamiento (promedio de ocupantes por cuarto) 97
11.2.9. Pobreza y marginación 98
11.3. Caracterización Económica y sectores de ocupación e ingresos del personal ocupado 99
11.4. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores 103
12. FENÓMENOS GEOLÓGICOS 105
12.1. Inestabilidad de Laderas 105
12.2. Sismos 118
12.3. Tsunamis 133
12.4. Hundimientos 133
12.5. Licuación de suelos 138
12.6. Karstificación 141
12.7. Susceptibilidad a vulcanismo (erupciones volcánicas) 143
13. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS 144
13.1. Ciclón tropical 144
13.2. Inundaciones pluviales y fluviales 151
13.3. Tormentas de nieve 175
13.4. Tormentas de granizo 177
13.5. Tormentas eléctricas 180
13.6. Sequías 184
13.7. Ondas cálidas 189
13.8. Ondas gélidas 196
13.9. Heladas 204
13.10. Tornados y vientos fuertes 209
13.11. Tormentas de polvo 215
14. FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS 220
14.1. Almacenamiento de sustancias peligrosas 220
14.2. Autotransporte y transporte ferroviario de sustancias peligrosas. 230
14.3. Transporte por ductos 232
14.4. Incendios forestales 234
14.5. Islas de calor 238
15. FENÓMENOS SANITARIO-ECOLÓGICOS 244
15.1. Contaminación del agua 244

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

15.2. Contaminación del suelo ... 249
15.3. Contaminación del aire ... 253
15.4. Epidemias y plagas ... 258
16. FENÓMENOS SOCIO-ORGANIZATIVOS ... 270
16.1. Demostraciones de inconformidad social ... 270
16.2. Concentraciones masivas ... 275
16.3. Terrorismo y sabotaje ... 279
16.4. Vandalismo ... 280
16.5. Accidentes aéreos, marítimos y terrestres ... 281
16.6. Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica 286
17. INVENTARIO DE BIENES EXPUESTOS ... 287
18. VULNERABILIDAD ... 295
18.1. Vulnerabilidad social ... 295
18.2. Vulnerabilidad física ... 310
18.3. Vulnerabilidad global ... 318
18.4. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana 319
19. RIESGO / EXPOSICIÓN Y ESCENARIOS DE RIESGO ... 337
19.1. Definición de índices de riesgo geológico ... 337
19.2. Índices de riesgo ante fenómenos de origen hidrometeorológico ... 342
19.3. Índices de riesgo ante fenómenos de origen antropogénicos ... 369
20. DEFINICIÓN DE POLÍTICAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS Y CARTERA DE PROYECTOS ... 372
21. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS ... 373
22. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE MONTERREY ... 375
23. ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE INUNDACIONES ... 377
24. PLAN LOCAL DE REDUCCIÓN DE RIESGOS ... 381
25. REDUCCIÓN DE RIESGOS POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA ... 383
26. EVALUACIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL ... 385
27. COMITÉS DE RESILIENCIA COMUNITARIA ... 386
28. PROGRAMA INTERSECCIONES SEGURAS-GLORIETAS ... 388
29. MITIGACIÓN DE LA ISLA DE CALOR URBANA ... 388
30. FAUNA SILVESTRE ... 389
31. RECOMENDACIONES PARA EL GOBIERNO LOCAL PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS Y MEJORAR LA RESILIENCIA URBANA ... 390
32. PROPUESTA CONCEPTUAL E INDICADORES DE ADAPTACIÓN ... 396
33. BIBLIOGRAFÍA ... 399

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

2. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos habitamos un planeta sumamente dinámico, en él se producen permanentemente diversos fenómenos naturales, es decir, diversos procesos complejos de transformación del medio ambiente natural que cambian constantemente el entorno en el que vivimos y nos desarrollamos. Tales fenómenos son imprescindibles y fundamentales para la conformación de las condiciones que han dado origen y mantienen en equilibrio a toda la vida, y a la nuestra. Así, por ejemplo, los fenómenos naturales meteorológicos, son los causantes de la regulación del clima, de la distribución y saneamiento del agua del planeta, nuestro recurso más valioso. Los fenómenos geológicos, como las erupciones volcánicas y los sismos, además de necesarios para liberar la gran cantidad de energía que se genera en las capas internas del planeta, son los causantes de la formación de las cadenas montañosas en cuyas partes más elevadas se han formado las corrientes de los ríos a orillas de los cuales se han desarrollado las primeras grandes civilizaciones humanas. Sin embargo, estos fenómenos, tan necesarios como inevitables, muchas veces, por su magnitud, ubicación o duración, son capaces de afectar enormemente la vida y actividades de las personas, si tales afectaciones resultan en graves consecuencias para el desarrollo o mantenimiento de la vida de los miembros de las comunidades humanas se les suele denominar desastres asociados a fenómenos naturales.

Los fenómenos naturales son inevitables y necesarios, pero las catástrofes derivadas de ellas muchas veces pueden ser mitigadas, contenidas o prevenidas si los diferentes órganos de dirección de la sociedad (ciudadanos, gobiernos, autoridades) se preparan. Es en este sentido en el cual se destaca el estudio del riesgo y vulnerabilidad social.

Aunque los seres humanos no seamos capaces de evitar los fenómenos naturales, si somos capaces de prevenir que se conviertan en desastres, para ello, no hay mejor herramienta que la presente, en donde se muestran los resultados de un estudio sobre los riesgos que los fenómenos naturales pueden representar en el municipio de Monterrey y sobre las condiciones de vulnerabilidad en los que podría encontrarse la población en caso de alguna eventualidad natural que pudiera convertirse en catástrofe. En otras palabras, el presente Atlas de Peligros y/o Riesgos es una herramienta fundamental para lograr la Gestión Integral del Riesgo (GIR).

La Gestión Integral del Riesgo (GIR) se define en la Ley General de Protección Civil (artículo 2 sección XVII) como "el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción." (LGPC, 2014).

La Gestión Integral del Riesgo tiene siete fases:

1. Identificación del riesgo: Evaluación estratégica de las zonas de posible impacto a partir del análisis de antecedentes de afectaciones históricas, puntos de recurrencia de algún fenómeno perturbador, estudios específicos sobre la dinámica geofísica, geológica, socioeconómica y de vulnerabilidad presentes en el territorio.
2. Previsión: Observación continua de amenazas naturales o antrópicas mediante sistemas técnicos y comunitarios que permiten emitir alertas oportunas, facilitando la activación de protocolos de emergencia antes de que ocurra un evento adverso.
3. Prevención: Conjunto de medidas orientadas a evitar la generación de nuevos riesgos o a eliminar los existentes, mediante una adecuada planificación del territorio, control de construcciones y fortalecimiento institucional y comunitario.
4. Mitigación: Acciones estructurales y no estructurales diseñadas para reducir la magnitud o el impacto de los desastres, aceptando que algunos fenómenos no pueden ser completamente evitados, pero sí manejados para minimizar sus consecuencias.
5. Preparación: Planificación, organización y capacitación de los actores sociales e institucionales para responder de manera efectiva ante emergencias, incluyendo la elaboración de planes de contingencia, realización de simulacros y gestión de recursos logísticos.
6. Respuesta: Conjunto de acciones inmediatas destinadas a salvaguardar vidas humanas, proteger bienes y reducir el sufrimiento de las personas afectadas durante o justo después de la ocurrencia de un evento adverso.
7. Recuperación: Proceso orientado a restablecer progresivamente las condiciones sociales, económicas y ambientales afectadas por el desastre, priorizando la seguridad, la equidad y la reducción de la vulnerabilidad futura.
8. Reconstrucción: Etapa de largo plazo enfocada en la rehabilitación definitiva de infraestructuras, servicios, hábitat y medios de vida, incorporando criterios de sostenibilidad y resiliencia.

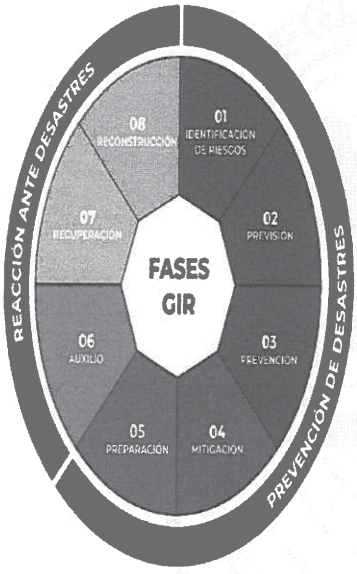
El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres establece lineamientos internacionales orientados a prevenir la generación de nuevos riesgos, reducir los riesgos existentes y fortalecer la resiliencia de las comunidades frente a los desastres. En este contexto, se hará mayor énfasis en su aplicación dentro de la Definición de políticas de Gestión Integral de Riesgos y en la cartera de proyectos

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Imagen MT-01. Fases de la Gestión Integral de Riesgos



Fuente: Elaboración propia a partir de información del SINAPROC.

En síntesis, la GIR es un proceso coordinado entre varias instituciones para reducir, prevenir, responder y apoyar la rehabilitación y recuperación frente a eventuales emergencias y desastres, y cuya implementación en México corresponde al Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), creado tras el sismo del 19 de septiembre de 1985 en la Ciudad de México.

3. FUNDAMENTACIÓN JURÍDICA

3.1. Federal

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, promulgada el 5 de febrero de 1917 cuya última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15-10-2025, establece los derechos humanos y garantías individuales de los mexicanos.

En el Art. 25 se establece la rectoría del Estado en garantizar los derechos humanos, un desarrollo nacional integral, democrático y sustentable, a través del crecimiento económico, así como proveer de estabilidad de las finanzas públicas, la planeación, coordinación, orientación regulación y fomento que establece la Constitución.

En el Art. 26 se establece que el Estado es responsable de la organización de un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional mediante un desarrollo sustentable económico, social y ambiental.

La elaboración del Atlas de Riesgos se fundamenta en la Ley General de Protección Civil, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y su última reforma publicada DOF 21-12-2023.

Artículo 1. La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto establecer las bases de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en materia de protección civil. Los sectores privado y social participarán en la consecución de los objetivos de esta Ley, en los términos y condiciones que la misma establece

Artículo 2. Para los efectos de esta Ley se entiende por:
IV. Atlas Nacional de Riesgos: Sistema integral de información sobre los agentes perturbadores y daños esperados, resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables;

Artículo 3. Los distintos órdenes de gobierno tratarán en todo momento que los programas y estrategias dirigidas al fortalecimiento de los instrumentos de organización y funcionamiento de las instituciones de protección civil se sustenten en un enfoque de gestión integral del riesgo.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Artículo 4. Las políticas públicas en materia de protección civil, se ceñirán al Plan Nacional de Desarrollo y al Programa Nacional de Protección Civil, identificando para ello las siguientes prioridades:

I. La identificación y análisis de riesgos como sustento para la implementación de medidas de prevención y mitigación;
II. Promoción, desde la niñez, de una cultura de responsabilidad social dirigida a la protección civil con énfasis en la prevención y autoprotección respecto de los riesgos y peligros que representan los agentes perturbadores y su vulnerabilidad;
III. Obligación del Estado en sus distintos órdenes de gobierno, para reducir los riesgos sobre los agentes afectables y llevar a cabo las acciones necesarias para la identificación y el reconocimiento de la vulnerabilidad de las zonas bajo su jurisdicción;
IV. El fomento de la participación social para crear comunidades resilientes, y por ello capaces de resistir los efectos negativos de los desastres, mediante una acción solidaria, y recuperar en el menor tiempo posible sus actividades productivas, económicas y sociales;
V. Incorporación de la gestión integral del riesgo, como aspecto fundamental en la planeación y programación del desarrollo y ordenamiento del país para revertir el proceso de generación de riesgos;
VI. El establecimiento de un sistema de certificación de competencias, que garantice un perfil adecuado en el personal responsable de la protección civil en los tres órdenes de gobierno; VII. El conocimiento y la adaptación al cambio climático, y en general a las consecuencias y efectos del calentamiento global provocados por el ser humano y la aplicación de las tecnologías, y
VII. La atención prioritaria para la población vulnerable.

Artículo 10. La Gestión Integral de Riesgos considera, entre otras, las siguientes fases anticipadas a la ocurrencia de un agente perturbador:

I. Conocimiento del origen y naturaleza de los riesgos, además de los procesos de construcción social de los mismos;
II. Identificación de peligros, vulnerabilidades y riesgos, así como sus escenarios;
III. Análisis y evaluación de los posibles efectos;
IV. Revisión de controles para la mitigación del impacto;
V. Acciones y mecanismos para la prevención y mitigación de riesgos;
VI. Desarrollo de una mayor comprensión y concientización de los riesgos, y
VII. Fortalecimiento de la resiliencia de la sociedad.

Artículo 19. La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la secretaría por conducto de la Coordinación Nacional, la cual tiene las atribuciones siguientes en materia de protección civil:

XXII. Supervisar, a través del CENAPRED, que se realice y se mantenga actualizado el atlas nacional de riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México; El Atlas se integra con la información a nivel nacional, de las entidades federativas, Municipales y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México. Consta de bases de datos, sistemas de información geográfica y herramientas para el análisis y la simulación de escenarios, así como la estimación de pérdidas por desastres. Por la naturaleza dinámica del riesgo, deberá mantenerse como un instrumento de actualización permanente.

Los atlas de riesgo constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo;

Artículo 25. Las autoridades correspondientes en su ámbito de competencia llevarán a cabo proyectos, estudios e inversiones necesarias para ampliar y modernizar la cobertura de los sistemas de medición de los distintos fenómenos perturbadores naturales y antropogénicos, encaminados a prevenir riesgos que pongan en peligro la vida y que puedan provocar daños a la población.

Artículo 83. El Gobierno Federal, con la participación de las entidades federativas promoverá la creación de las bases que permitan la identificación y registro en los Atlas Nacional, de las entidades federativas y Municipales de Riesgos de las zonas en el país con riesgo para la población, el patrimonio público y privado, que posibilite a las autoridades competentes regular la edificación de asentamientos.

Las entidades de la federación promoverán en el ámbito de su competencia, que el Atlas Nacional de Riesgos sea de fácil acceso a la población, procurando que su elaboración siga las directrices del CENAPRED.

Artículo 86. En el Atlas Nacional de Riesgos y en los respectivos Atlas de las entidades federativas y Municipales de Riesgos, deberán establecerse los diferentes niveles de peligro y riesgo, para todos los fenómenos que influyan en las distintas zonas. Dichos instrumentos deberán ser tomados en consideración por las autoridades competentes, para la autorización o no de cualquier tipo de construcciones, obras de infraestructura o asentamientos humanos.

8

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Por otro lado, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2016, última reforma publicada DOF 01-04-2024, se establece que:

Artículo 2. Todas las personas sin distinción de sexo, raza, etnia, edad, limitación física, orientación sexual, tienen derecho a vivir y disfrutar ciudades y Asentamientos Humanos en condiciones sustentables, resilientes, saludables, productivos, equitativos, justos, incluyentes, democráticos y seguros.

Las actividades que realice el estado mexicano para ordenar el territorio y los Asentamientos Humanos, tiene que realizarse atendiendo el cumplimiento de las condiciones señaladas en el párrafo anterior.

Es obligación del estado, a través de sus diferentes órdenes de gobierno, promover una cultura de corresponsabilidad cívica y social.

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

> *XXI. Gestión Integral de Riesgos: el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción que involucra a los tres órdenes de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de Resiliencia o resistencia de la sociedad. Comprende la identificación de los riesgos y, en su caso, su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción;*

Artículo 4. La planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, Centros de Población y la ordenación territorial, deben conducirse en apego a los siguientes principios de política pública:

> *VIII. Resiliencia, seguridad urbana y riesgos. Propiciar y fortalecer todas las instituciones y medidas de prevención, mitigación, atención, adaptación y Resiliencia que tengan por objetivo proteger a las personas y su patrimonio, frente a los riesgos naturales y antropogénicos; así como evitar la ocupación de zonas de alto riesgo;*

Artículo 10. Corresponde a las entidades federativas:

> *XXIV. Prevenir y evitar la ocupación por asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, de conformidad con los atlas de riesgo y en los términos de la legislación aplicable;*

Artículo 11. Corresponde a los municipios:

> *II. Regular, controlar y vigilar las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio;*
> *XXIV. Promover y ejecutar acciones para prevenir y, mitigar el riesgo de los asentamientos humanos y aumentar la Resiliencia de los mismos ante fenómenos naturales y antropogénicos;*

Artículo 66. Tratándose de acciones, proyectos u obras que se encuentren ubicados en zonas de alto riesgo conforme a los planes o programas de Desarrollo Urbano y ordenamiento territorial aplicables, las autoridades antes de otorgar licencias relativas a Usos del suelo y edificaciones, construcciones, así como factibilidades y demás autorizaciones urbanísticas, deberán solicitar un estudio de prevención de riesgo que identifique que se realizaron las medidas de mitigación adecuadas, en los términos de las disposiciones de esta Ley, la Ley General de Protección Civil y las normas oficiales mexicanas que se expidan.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

3.2. Estatal

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Nuevo León, publicada en el Periódico Oficial del Estado de fecha 16 de diciembre de 1917, última reforma integral publicada en el P.O. No. 68-III del 29 de mayo de 2023., establece que:

Artículo 21.- Todas las personas tienen derecho a vivir en un entorno seguro, a la gestión integral de riesgos naturales, la protección civil y a la atención en caso de que ocurran fenómenos de carácter natural o antropogénico, así como en caso de accidentes y daños ocasionados en su perjuicio por fallas, negligencias o irregularidades en la infraestructura del Estado.

Artículo 22.- Todas las personas tienen derecho y obligación de ejercer responsablemente su libertad para crear, gestionar, y aprovechar las condiciones del Estado con el fin de mejorar la convivencia humana y construir un orden social justo.

Todas las personas tienen derecho a la paz, a la convivencia pacífica y solidaria, a la seguridad ciudadana y a vivir libre de amenazas generadas por el ejercicio de cualquier tipo de violencia y la comisión de delitos.

El Estado y los Municipios elaborarán políticas públicas de prevención y cultura de paz, para brindar protección y seguridad a las personas frente a riesgos y amenazas a través de una agenda de riesgos. El Estado y los Municipios tienen el deber de garantizar y proteger la vida; la integridad personal, física y mental; la libertad; el patrimonio; y todos los derechos de las personas en contra de actos de violencia que dañen o pongan en riesgo sus derechos. (...)

Por otro lado, Ley de Protección Civil para el Estado de Nuevo León, publicada en el Periódico Oficial, miércoles 22 de enero de 1997, última Reforma: 15 de junio de 2023, establece que: Artículo 26.- La Dirección de Protección Civil tendrá las siguientes atribuciones:

VIII. Identificar los altos riesgos que se presenten en el Estado, integrando el atlas correspondiente y apoyar a las unidades municipales de protección civil para la elaboración de sus mapas de riesgos;

XII. Establecer el subsistema de información de cobertura estatal en la materia, el cual deberá contar con mapas de riesgos y archivos históricos sobre emergencias y desastres ocurridos en el Estado;

La Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Nuevo León, publicada en el PERIÓDICO OFICIAL# 146-III del día 27 de noviembre de 2017 con última reforma el 19 de mayo 2025, establece que:

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

III. Área no urbanizable: son las áreas naturales protegidas; distritos de riego, zonas de recarga de mantos acuíferos, tierras de alto rendimiento agrícola, pecuario o forestal, derechos de vía; zonas arqueológicas y demás bienes del patrimonio histórico, artístico y cultural, los terrenos inundables y las que tengan alto riesgo que no sea mitigable, y se encuentran señalados como tales en los Atlas de Riesgo, así como los demás que como tales defina el plan o programa de desarrollo urbano respectivo que no deban ser urbanizados;

XXXVII. Gestión Integral de Riesgos: el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción que involucra a los tres órdenes de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de Resiliencia o resistencia de la sociedad. Comprende la identificación de los riesgos y, en su caso, su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción;

Artículo 10. Corresponde a la Secretaría:

VI. Formular, difundir y actualizar cada seis años los Atlas de Riesgo conforme a las disposiciones de esta Ley, así como asesorar a los Municipios que lo soliciten en la expedición de las autorizaciones o licencias que se otorgan en las zonas de riesgo;

XXIII. Prevenir y evitar la ocupación por Asentamientos Humanos en zonas de alto y muy alto riesgo, de conformidad con los atlas de riesgo estatal y municipal en los términos de la legislación aplicable: a través del Dictamen de Congruencia o del Dictamen de Análisis de Riesgo; siempre y cuando los riesgos sean no mitigables;

Artículo 11. Corresponde a los Municipios:

XXVIII. Promover y ejecutar acciones para prevenir y mitigar el riesgo de los asentamientos humanos y aumentar la resiliencia de los mismos ante fenómenos naturales y antropogénicos;

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Artículo 32. Se declaran materias de interés prioritario de las zonas metropolitanas o conurbadas, y por lo tanto su atención corresponderá de manera conjunta y coordinada al Estado y los Municipios involucrados los siguientes:

> *VII. La prevención, mitigación y resiliencia ante los riesgos, las actividades industriales riesgosas, la atención a contingencias y la protección civil y los efectos del cambio climático;*

En el Capítulo Quinto Resiliencia Urbana

Artículo 175. La Secretaría en coordinación con las autoridades municipales en materia de desarrollo urbano, están obligados a formular los estudios denominados Atlas de Riesgo, en donde se identifiquen las zonas de riesgo, entendiéndose por estas aquellos que por su ubicación representen peligro debido a factores antropogénicos o naturales, que puedan causar lesiones o daños a las personas o a sus bienes y se clasificarán en cada zona atendiendo a los criterios de riesgo mitigable o riesgo no mitigable.

Los Atlas de Riesgo deben contener como mínimo lo siguiente:

- *II.(SIC) Introducción y antecedentes;*
- *III. Estructura cartográfica;*
- *IV. Identificación de los peligros naturales;*
- *V. Identificación y zonificación de los riesgos geológicos;*
- *VI. Identificación y zonificación de los riesgos hidrometeorológicos;*
- *VII. Identificación y zonificación de los riesgos antropogénicos;*
- *VIII. Medidas de mitigación, consistentes en obligaciones de dar, hacer o no hacer;*
- *IX. El contenido que determine el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) de la Secretaría de Gobernación y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) del gobierno federal;*
- *X. Bibliografía; y*
- *XI. Anexos*

El ámbito espacial de validez y obligatoriedad de los atlas de riesgos preferentemente será conforme a cada una de las regiones establecidas por el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, de no ser así, la autoridad o autoridades competentes que lo expidan deberán mencionar las causas que motivaron la realización de un Atlas de Riesgo para un territorio diferente. Tratándose de los Atlas de Riesgos municipal, su ámbito de validez y obligatoriedad será el que corresponda al territorio del Municipio que lo expide.

Además de los atlas de riesgos, toda norma estatal o municipal, y demás tendientes a establecer las especificaciones, requisitos u obligaciones a que estarán sujetos los procesos de ocupación del territorio, ya sean aprovechamientos urbanos, construcción de obras de infraestructura, equipamiento urbano, viviendas o cualquier otra edificación, en zonas sujetas a riesgos geológicos e hidrometeorológicos, son obligatorias para las personas físicas o morales, públicas o privadas, al tener como finalidad prevenir riesgos a la población y evitar daños irreversibles en su persona o sus bienes, así como mitigar los impactos, costos económicos y sociales en los centros de población.

Artículo 176. Los Atlas de riesgos se elaborarán y consultarán conforme al procedimiento que se establece en el siguiente párrafo, según corresponda al espacio territorial que cubrirán, y se aprobarán mediante acuerdo del Gobernador del Estado, cuando se trate del Atlas de Riesgo Estatal y se publicarán en el Periódico Oficial del Estado. Tratándose de los atlas de riesgo de los Municipios, se aprobarán por los Ayuntamientos, y deberán contar con un dictamen de Congruencia respecto al Atlas de Riesgo Estatal, emitido por parte de la Secretaría, así como publicarse en el Periódico Oficial del Estado, y en las Gacetas Municipales, cuando se tenga este órgano de difusión, y se inscribirán en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio de Instituto Registral y Catastral del Estado. Adicionalmente, estarán a la disposición del público en las instalaciones de la Secretaría y de la dependencia de los Municipios en materia de desarrollo urbano y serán accesibles a través de medios electrónicos de conformidad con los criterios que al efecto establezca el Centro de Colaboración Geoespacial.

Artículo 178. Las determinaciones de los atlas de riesgos serán de orden público e interés social, atendiendo a la finalidad de garantizar la seguridad física y jurídica de las personas y sus bienes que se encuentren en dichas zonas o colindando con las mismas.

3.3. Municipal

El Reglamento de Protección Civil de la Ciudad de Monterrey, en su Capítulo II "De las Autoridades y sus Atribuciones", establece

Artículo 12. La Dirección tendrá las siguientes atribuciones:

> *X. Identificar los peligros y riesgos que se presenten en el Municipio, con la finalidad de evaluar la vulnerabilidad y con ello integrar, elaborar y alimentar los datos en las herramientas tecnológicas que conforman el Atlas y mapa de riesgos.*

Artículo 13. El Consejo Municipal de Protección Civil, es la institución de coordinación interna de consulta, planeación y supervisión del Sistema Municipal de Protección Civil, así como la coordinación de los sectores público, social y privado, que tiene como fin proteger la vida, la

MTY AQUÍ SE RESUELVE

salud y el patrimonio de las personas, la planta productiva, la prestación de servicios públicos, privados y el medio ambiente, ante los riesgos, emergencias o desastres, producidos por causas de origen natural o humano y tendrá las siguientes atribuciones:

> *VI. Emitir recomendaciones a la Dirección, en materia de integración, mantenimiento y actualización del Atlas y Mapa de Riesgos en el Municipio, así como todas las medidas preventivas correspondientes;*

En complemento, el Reglamento de la Administración Pública Municipal de Monterrey establece que:

Artículo 65. Corresponde a la Dirección de Protección Civil, las siguientes atribuciones:

> *II. Planear y ejecutar las acciones de coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, así como con el sector social y el sector privado, para los planes de prevención y control de alto riesgo, emergencias y desastres;*

El Art 109° atribuye a la Dirección para la Atención del Cambio Climático de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sostenible, la obligación de dirigir las acciones conducentes para la atención y mitigación de los efectos del cambio climático, así como el incremento de la resiliencia y adaptación de la población e infraestructura estratégica; a través de II. coordinar los estudios y mediciones necesarias para contar con un diagnóstico actualizado de la problemática ambiental y sus causas.

4. ANTECEDENTES

En el año de 2015 Monterrey actualizó su Atlas de Peligros y Riesgos para cumplir con la responsabilidad que establece el reglamento de protección civil del municipio en su artículo 7 fracción IV, XII, artículo 20 fracción, VI, artículo 31 fracción XII, y en la Ley de Protección Civil de Nuevo León en su artículo 2 fracción II y fracción VII y la Ley General de Protección Civil en su 12 fracción XVII de contar con un Atlas de Riesgo con el objetivo de identificar los diversos riesgos para diagnosticar y prevenir las diversas problemáticas a las que está expuesta su población, sus bienes y su entorno por causas de la afectación de los fenómenos destructivos de origen natural o antropogénicos (causados por el hombre). Este instrumento, elaborado por la Dirección de Protección Civil Municipal llega al nivel de identificación de los peligros y riesgos que pueden afectar al municipio.

Ese documento se realizó siguiendo los requerimientos esenciales establecidos en las bases del Atlas Nacional de Riesgos donde la Secretaría de Gobernación a través de la Dirección General de Protección Civil elaboró una guía general para la correcta confección y desarrollo de cada uno de los fenómenos que afectan a la demarcación. Un año después, el Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED, expidió la Guía de Contenido Mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos, publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año 2016.

Hoy día todo instrumento en materia de Riesgos debe ser avalado por los métodos y técnicas que establece el CENAPRED en su Guía de Contenido Mínimo, razón por la cual el abordaje teórico de los fenómenos perturbadores deberá alinearse a los nuevos términos metodológicos para su actualización y posterior publicación en el Atlas Nacional de Riesgos. Se requiere construir el Atlas de Riesgos que sirva como instrumento de planeación y funja como el eje de la toma de decisiones para los tres niveles ejecutivos en materia de reducción de riesgos, desde una perspectiva territorial clara y operable. En este sentido, el riesgo se entiende como un proceso continuo de consolidación socio-territorial definido por la interacción entre las actividades económicas y el contexto geofísico en que se emplaza y desarrolla.

El Atlas establecerá los mecanismos de manejo de información geográfica y su interpretación para fines tácticos operativos a fin de integrarlo a los protocolos y procedimientos establecidos por el Sistema de Protección Civil.

Cada fenómeno perturbador será construido cartográficamente con base en lo establecido en la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos y sus respectivos anexos, publicados en el Diario Oficial de la Federación Tomo DCCLIX No. 15 con fecha del miércoles 21 de diciembre de 2016 por el CENAPRED.

Todos los fenómenos que se determinen a nivel peligro se realizarán con períodos de retorno definidos por su factor detonante expresado en años o probabilidad de ocurrencia. La cartografía de peligro y amenazas se construirá integrando indicadores geo espectral que consideren el estado actual de los sistemas expuestos, siendo aceptable el uso de imágenes Landsat o Sentinel.

Los Niveles de análisis por fenómeno perturbador para el presente atlas deberán justificarse ante las metodologías establecidas por el CENAPRED y en concordancia con la siniestralidad registrada en el municipio para un período no menor a 10 años.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

5. OBJETIVOS

5.1. General

Desarrollar un estudio integral de Peligros y Riesgos como instrumento de planeación que funja como el eje en la toma de decisiones para los tres niveles ejecutivos, en materia de reducción de riesgos desde una perspectiva territorial clara y operable; el Atlas de Peligros y Riesgos es ese instrumento. En este sentido, el riesgo se entiende como un proceso continuo de consolidación socio-territorial definido por la interacción entre las actividades económicas y el contexto geofísico en que se emplaza y desarrolla.

El Atlas de Peligros y Riesgos coadyuvará a reducir el riesgo de desastres. Las capacidades técnicas del Sistema de Protección Civil se fortalecerán a través del uso de herramientas digitales que facilitarán el proceso de apropiación de la información encaminada a una eficiente toma de decisiones en materia de gestión de riesgos.

5.2. Particulares

1. Construir un Municipio resiliente, al fortalecer las capacidades institucionales en materia de análisis estratégico territorial y de riesgos que coadyuve en todas las funciones del Sistema de Protección Civil.
2. Evaluar los peligros a los que se encuentra expuesto el territorio, desde un enfoque metodológico respaldado por los principios, técnicas y métodos del ámbito federal.
3. Evaluar la vulnerabilidad de los sistemas expuestos con el objetivo de identificar el grado de susceptibilidad al daño de los sistemas expuestos y actualizar la cartografía de Vulnerabilidad del municipio con base en los datos disponibles derivados del Censo de Población y Vivienda 2020.
4. Caracterizar el proceso de construcción social del municipio y su relación con los elementos naturales.
5. Caracterizar la dinámica geofísica que define el territorio del municipio.
6. Identificar los sistemas urbanos expuestos del municipio, susceptibles a daños y pérdidas.
7. Contar con un Sistema de Información Geográfica que permita tomar decisiones mediante análisis de elementos espaciales.
8. Realizar un diagnóstico de los riesgos urbanos y analizar las potencialidades del desarrollo urbano en un contexto de exposición a riesgos.
9. A partir de un conjunto de indicadores en materia de resiliencia urbana, realizar un diagnóstico y evaluación de la situación del municipio
10. Evaluar el riesgo existente en el municipio de tal forma que se definan acciones, políticas y obras encaminadas a la reducción de riesgos, y ayuden a la generación de una sociedad más resiliente.

6. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Municipio de Monterrey es un municipio del estado de Nuevo León, México. Se encuentra ubicado en la zona noreste del país, dentro de la región del Valle de Monterrey, que forma parte de la Sierra Madre Oriental. También es la capital del estado.

El municipio tiene una extensión territorial de 339 km² y abarca una gran diversidad de paisajes, desde áreas urbanas altamente desarrolladas hasta zonas montañosas y semiáridas. Monterrey está rodeado por imponentes montañas, como el Cerro de la Silla y el Cerro de las Mitras, que son características geográficas distintivas de la ciudad y de la región metropolitana.

Colinda al norte con el municipio de García; al este con el municipio de San Nicolás de los Garza; al sur con el municipio de Guadalupe; y al oeste con el municipio de Santa Catarina. Además, Monterrey se encuentra a pocos kilómetros de la frontera con los Estados Unidos, lo que lo convierte en un importante centro económico y comercial en el noreste de México.

7. MUNICIPIO

Monterrey, situada en el noreste de México, se caracteriza por su diversidad geográfica y ecológica. El municipio se encuentra en un valle rodeado por la Sierra Madre Oriental, con formaciones montañosas como el Cerro de la Silla y el Cerro de las Mitras. En las zonas bajas, predomina el matorral espinoso tamaulipeco, con especies adaptadas a condiciones de sequía como el mezquite y el huizache, mientras que en las laderas más altas, entre 1,200 y 2,000 metros sobre el nivel del mar, se desarrollan bosques templados de pino y encino, que cubren el 35% del Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

La fauna de Monterrey es diversa, con especies como pumas, venados cola blanca y osos negros en las zonas boscosas, mientras que en las áreas bajas habitan liebres y tlacuaches. Además, la región alberga más de 150 especies de aves, incluyendo el águila real. Estos ecosistemas son esenciales para la biodiversidad y la captura de agua, especialmente los bosques templados, que funcionan como importantes reguladores hídricos.

El clima de Monterrey es principalmente semiárido, con temperaturas promedio de 22-24°C y precipitaciones anuales que rondan los 600 mm, concentradas entre mayo y septiembre. El Río Santa Catarina atraviesa la ciudad, y aunque es intermitente, presenta crecidas durante la temporada de lluvias. Las presas como La Boca y Rompepicos junto con los acuíferos

MTY AQUÍ SE RESUELVE

subterráneos son las principales fuentes de agua, aunque el crecimiento urbano ha generado desafíos en su gestión.

8. MAPA BASE

Para fines del diagnóstico general de la información, se representará en la siguiente base cartográfica, la cual está conformada por elementos en formato vectorial y el Continuo de Elevación Mexicana (CEM) que corresponden al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el cual es el organismo rector en la producción de información geoestadística; se incorporaron elementos de otras instituciones del orden Federal y Estatal como lo son la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Red Nacional de Caminos (RNC).

La delimitación de la unidad político-administrativa está comprendida por el municipio, al cual se le denominará el *Límite de Estudio* que estará representado en una escala de 1:215,000, sin embargo, se emplearán escalas mayores para la identificación de algunos riesgos y peligros en zonas específicas dentro de la extensión territorial del municipio. A continuación, se enuncian los insumos que conforman la cartografía base:

- Polígono Oficial del municipio de Monterrey proporcionado por la Unidad de Protección Civil
- División Política Estatal y Municipal, escala 1:250,000, obtenidas del Geoportal de CONABIO, INEGI 2024;
- Marco Geoestadístico, escala 1:250,000. Al ser un sistema que incluye información de tipo vectorial de diferentes niveles de desagregación, se utilizaron las Localidades Rurales y Urbanas amanzanadas para el año de 2024;
- Red Hidrográfica, escala 1:50,000 de INEGI, 2010;
- Cuerpos de agua, escala 1:250,000, publicados por INEGI 2022, de los conjuntos de datos vectoriales de información topográfica por entidad federativa;
- Red Nacional de Caminos (RNC) 2022, red única de transporte terrestre que integra las carreteras federales y estatales, vialidades y caminos del país;
- Signos convencionales, son aquellos elementos geográficos básicos como el norte geográfico, marco de coordenadas, escala gráfica, etiquetas de sitios de interés e identificación de regiones geo administrativas colindantes;

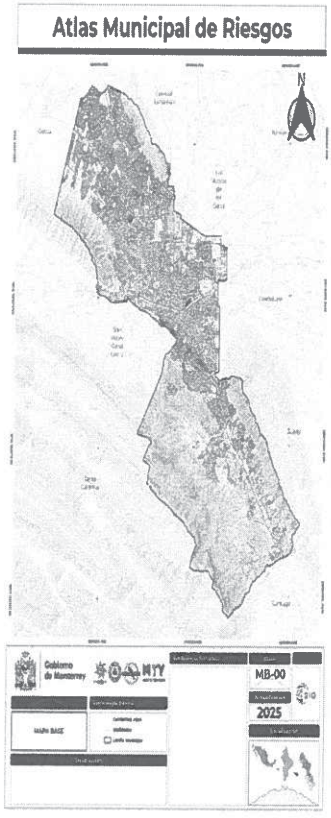
Conforme a lo establecido en el Diario Oficial de la Federación, el INEGI publicó la Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional que entró en vigor en diciembre de 2010 y que establece como marco de referencia geodésico oficial para México al *Marco de Referencia Terrestre Internacional 2008 (ITRF2008) época 2010* en sustitución del *ITRF92 época 1988*; por lo que la información geográfica utilizada en el presente estudio se encuentra vinculada al nuevo marco de referencia. Toda la cartografía temática generada se compone de diversos elementos que se detallan en la tira marginal del documento, los cuales corresponden a los siguientes:

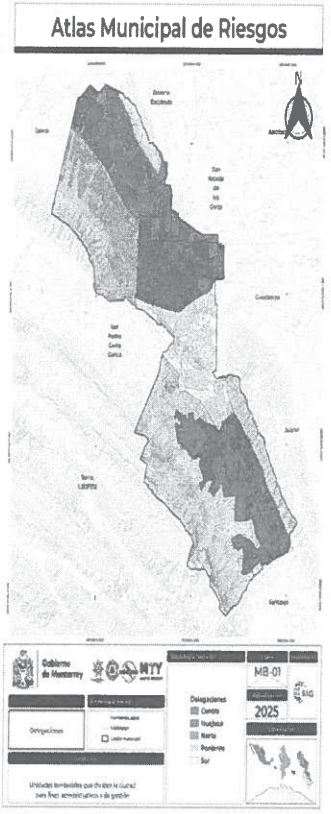
1. Escudos: se muestran los escudos y/o logos de las entidades e instituciones gubernamentales municipales que participaron para la elaboración del atlas
2. Nombre del mapa: corresponde al tema que se está representando, en este caso es el Mapa Base;
3. Clave del mapa: esta clave corresponde a una nomenclatura estructurada de acuerdo con el tema y el subtema a desarrollar, suido de una seriación establecida por el alfabeto para la continuidad de los productos cartográficos resultantes, por ejemplo: GEO(Fenómeno geológico) - A (Inestabilidad de laderas);
4. Simbología: en este apartado se representan los atributos de los elementos del mapa base, como las entidades, rasgos geográficos en forma de polígonos, puntos y líneas de colores representativos;
5. Leyenda temática: dentro de esta sección se establece la leyenda temática del fenómeno que se representa haciendo uso de símbolos en forma de polígonos, líneas y puntos;
6. Fuente: este recuadro contiene los datos de quien generó la cartografía, además de incluir la fuente de las capas utilizadas en la cartografía base, así como las fuentes oficiales de los sitios en los que se obtuvo la información del tema a desarrollar y en algunos casos se describe el método por el que se obtuvo el resultado, por ejemplo: *Método geoestadístico alineado a la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas Nacional de Riesgos*;

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

15

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

9. NIVELES DE ANÁLISIS

Para abordar los fenómenos perturbadores que afectan el territorio municipal de manera efectiva, es esencial especificar los niveles de análisis que se utilizarán. Los niveles de análisis se refieren a la distinta profundidad o detalle metodológico con la que se estudian cada uno de estos fenómenos, proporcionando una comprensión escalonada y detallada que facilita la planificación y gestión de riesgos. En el presente estudio se establecen tres niveles de análisis conforme a la jerarquía de métodos de estudio propuestos por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Es importante aclarar que las metodologías utilizadas en la elaboración del presente instrumento son las sugeridas por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos.

Tabla MT-01. Niveles de Análisis del Atlas 2025

Geológico	Inestabilidad de laderas	Riesgo	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Sismos	Riesgo	Municipal
	Licuación de suelos	Susceptibilidad	Municipal
	Karsticidad	Susceptibilidad	Municipal, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Erupciones volcánicas	Peligro	Municipal
	Tsunamis	Susceptibilidad	No aplica
	Hundimiento (subsidencia)	Peligro	Municipal, localidades y polígonos urbanos expuestos
Hidrometeorológicos	Ciclón, tormenta y depresión tropical	Peligro	Municipal, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Inundaciones pluviales	Riesgo	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Inundaciones fluviales	Riesgo	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Tormentas de Nieve	Peligro	Municipal
	Tormentas de Granizo	Peligro	Municipal
	Tormentas eléctricas	Peligro	Municipal
	Sequías	Peligro	Municipal
	Ondas cálidas	Peligro	Municipal
	Ondas Cálidas	Peligro	Municipal
	Heladas	Peligro	Municipal
	Tornados y vientos fuertes	Susceptibilidad	Municipal
	Tormentas de Polvo	Peligro	Municipal
Químico-tecnológicos	Almacenamiento de sustancias peligrosas	Peligro	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Autotransporte y transporte ferroviario de sustancias peligrosas	Peligro	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Transporte por ductos	Peligro	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Incendios forestales	Peligro	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
Sanitario-ecológicos	Contaminación de suelo, aire y agua	Susceptibilidad	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Epidemias y plagas	Susceptibilidad	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
Socio-organizativos	Concentración masiva de población	Susceptibilidad	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Terrorismo y sabotaje	Susceptibilidad	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Demostraciones de inconformidad social	Susceptibilidad	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Accidentes aéreos, marítimos y terrestres	Susceptibilidad	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos
	Vandalismo	Susceptibilidad	Centro de población, localidades y polígonos urbanos expuestos

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG SA de CV con información del CENAPRED 2016, Guía de Contenido Mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos.

10. GLOSARIO

Con base en la Ley General de Protección Civil y los Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y Riesgos publicada por SEDATU en 2016, se integró el siguiente glosario.

Abatimiento del nivel freático. Es la diferencia entre el nivel inicial y final del nivel de agua contenida en una formación geológica o depósito de suelos y/o rocas en un lapso determinado. Dicha diferencia se debe principalmente al proceso de extracción del agua del subsuelo mediante bombeo en una zona o región determinada y se mide en metros.

Aceleración del terreno (gales). De acuerdo con el SI, (sistema internacional de unidades) la magnitud de aceleración del terreno se mide en unidades de cm/s^2, en alguna ocasión se puede presentar en m/s^2, aunque también es común encontrarla expresada en gales. El gal es llamado así en honor a Galileo Galilei. 1 gal = 1 cm/s^2 = 0,01 m/s^2. Existen equipos de medición que registran la aceleración del medio ante la ocurrencia de un sismo, conocidos como acelerómetros. El sistema triaxial del acelerómetro permite conocer las aceleraciones del medio en las tres direcciones ortogonales del movimiento.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Aceleración máxima esperada en 50 años. Valor de la aceleración espectral máxima esperada ante un sismo (o familia de sismos) con un periodo de retorno de 50 años o equivalente, correspondiente al sismo de servicio.

Aceleración máxima esperada en 150 años. Valor de la aceleración espectral máxima esperada ante un sismo (o familia de sismos) con un periodo de retorno de 150 años o equivalente, correspondiente al sismo de diseño.

Aceleración máxima esperada en 500 años. Valor de la aceleración espectral máxima esperada ante un sismo (o familia de sismos) con un periodo de retorno de 500 años o equivalente, correspondiente al sismo de supervivencia.

Acuífero. Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Adiabático. Enfriamiento o calentamiento de una masa de aire sin adquirir la temperatura del medio ambiente.

Advección. Transporte de las propiedades de una masa de aire producido por el campo de velocidades de la atmósfera. Por lo general este término es referido al transporte horizontal en superficie de propiedades como temperatura, presión y humedad.

Afectación ambiental. La pérdida, menoscabo o modificación de las condiciones químicas, físicas o biológicas de la flora y fauna silvestres, del paisaje, suelo, subsuelo, agua, aire o de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la afectación a la integridad de la persona es la introducción no consentida en el organismo humano de uno o más contaminantes, la combinación o derivación de ellos que resulte directa o indirectamente de la exposición a materiales o residuos y de la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación ilícita de dichos materiales o residuos en la atmósfera, en el agua, en el suelo, en el subsuelo y en los mantos freáticos o en cualquier medio o elemento natural.

Agente regulador. Lo constituyen las acciones, instrumentos, normas, obras y en general todo aquello destinado a proteger a las personas, bienes, infraestructura estratégica, planta productiva y el medio ambiente, a reducir los riesgos y a controlar y prevenir los efectos adversos de un agente perturbador.

Albergue. Instalación que se establece para brindar resguardo a las personas que se han visto afectadas en sus viviendas por los efectos de fenómenos perturbadores y en donde permanecen hasta que se da la recuperación o reconstrucción de sus viviendas.

Alcance de los derrumbes del edificio volcánico. Distancia máxima recorrida por el material volcánico procedente del colapso parcial de un volcán.

Alcance de los flujos piroclásticos. Distancia máxima recorrida por un flujo piroclástico a partir del cráter.

Alcance de los lahares. Distancia máxima recorrida por un lahar desde su fuente de origen.

Alud de rocas. Tienen lugar cuando los bloques de rocas recientemente desprendidas (pequeñas), se desplazan cuesta abajo por el frente de un acantilado o peña viva vertical. Son frecuentes en áreas montañosas y durante la primavera los meses de la primavera, cuando hay congelación y derretimiento repentinos.

Altura de la columna eruptiva. Es la distancia vertical medida con respecto al nivel del cráter de la columna de gases, cenizas y material fragmentado que se lanza a la atmósfera durante una erupción. Si ese material tiene suficiente energía puede llegar a medir varios kilómetros.

Altura máxima de marea de tormenta (m). Es la elevación más alta que alcanza el nivel del mar en la costa, por un ciclón tropical, y se mide en metros.

Ambiente. El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

Amenaza. Evento físico potencialmente perjudicial, natural o derivado de la actividad humana, que puede causar pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, grave perturbación de la vida social y económica o degradación ambiental. Las amenazas incluyen condiciones latentes susceptibles de materializarse en el futuro. Pueden tener diferentes orígenes: natural (geológico, hidrometeorológico) o antropogénico (químico-tecnológico, sanitario-ecológico o socio- organizativo).

Atlas de Riesgos: Sistema integral de información sobre los agentes perturbadores y daños esperados, resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

17

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Auxilio: respuesta de ayuda a las personas en riesgo o las víctimas de un siniestro, emergencia o desastre, por parte de grupos especializados públicos o privados, o por las unidades internas de protección civil, así como las acciones para salvaguardar los demás agentes afectables.

Brigada. Grupo de personas que se organizan dentro de un inmueble, capacitadas y adiestradas en funciones básicas de respuesta a emergencias tales como: primeros auxilios, combate a conatos de incendio, evacuación, búsqueda y rescate; designados en la Unidad Interna de Protección Civil como encargados del desarrollo y ejecución de acciones de prevención, auxilio y recuperación, con base en lo estipulado en el Programa Interno de Protección Civil del inmueble.

Caída de detritos. El material cae desde un acantilado o farallón vertical o sobresaliente, por lo que, son comunes a lo largo de las márgenes socavadas de los ríos.

Cambio Climático. Cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos comparables.

CENAPRED. El Centro Nacional de Prevención de Desastres;

Clasificación granulométrica. Procedimiento para la determinación de los distintos tamaños de partículas que forman un suelo.

Consolidación. Es la disminución del volumen de una masa de suelo, debido a la expulsión del agua contenida en su interior, por la aplicación de sobrecargas, en un lapso determinado. Dicha disminución de volumen también puede ser producida por extracción de agua mediante bombeo. El efecto de la disminución volumétrica se manifiesta mediante deformaciones verticales en la superficie del terreno y se mide en unidades de longitud sobre tiempo.

Continuidad de operaciones. Al proceso de planeación, documentación y actuación que garantiza que las actividades sustantivas de las instituciones públicas, privadas y sociales, afectadas por un agente perturbador, puedan recuperarse y regresar a la normalidad en un tiempo mínimo. Esta planeación deberá estar contenida en un documento o serie de documentos cuyo contenido se dirija hacia la prevención, respuesta inmediata, recuperación y restauración, todas ellas avaladas por sesiones de capacitación continua y realización de simulacros.

Cuenca. Es un área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial. En otros términos, una cuenca es la totalidad del área drenada por un río o su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal área es descargado a través de una única salida.

Damnificado. Persona afectada por un agente perturbador, ya sea que haya sufrido daños en su integridad física o un perjuicio en sus bienes de tal manera que requiere asistencia externa para su subsistencia; considerándose con esa condición en tanto no se concluya la emergencia o se restablezca la situación de normalidad previa al desastre

Daño. La pérdida o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad pública como consecuencia de los actos u omisiones en la realización de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deberá entenderse como daño a la salud de la persona la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposición a materiales o residuos, o bien daño al ambiente, por la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación de uno o más de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freáticos o en cualquier otro elemento natural o medio

Daño en bienes expuestos: Pérdida o menoscabo del patrimonio del ciudadano.

Daño estructural. Estado manifiesto de pérdida de resistencia de la edificación.
Desastre. Al resultado de la ocurrencia de uno o más agentes perturbadores severos y o extremos, concatenados o no, de origen natural o de la actividad humana, que cuando acontecen en un tiempo y en una zona determinada, causan daños y que por su magnitud exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Deslizamiento de detritos. Son movimientos terrosos o resbalamiento de suelos, no muestran rotación hacia atrás. La cantidad de agua generalmente es poca.

Deslizamientos de rocas. Son masas de substrato que se deslizan o resbalan a lo largo de lo que, en general, son superficies de estratificación diaclasas o fallas.

Deslizamientos. El término fue empleado por Sharpe (1938; en Thornbury, 1966) como una denominación genética para varios tipos de movimiento en masa de detritos de rocas. Se reconocen cinco tipos de deslizamientos.

Desmoronamiento. Es provocado por un movimiento intermitente de masas de tierra o de rocas en una distancia corta, e involucra una rotación hacia atrás de la masa o las masas en cuestión, como resultado de la cual la superficie de la masa desmoronada muestra a menudo un declive inverso.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Desprendimientos o volcaduras de rocas. Son más rápidos, y por lo común fluyen a lo largo de los valles. Aquí el agua actúa como agente preparador del proceso al aumentar el tamaño de las grietas, lo que permite la separación y caída del bloque; ocurren en pendientes muy abruptas, casi verticales.

Distancia de la caída de material balístico. Distribución espacial de los fragmentos de tamaño mayor que 64 mm lanzados en trayectoria parabólica durante una erupción.

Emergencia. Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general, generada o asociada con la inminencia, alta probabilidad o presencia de un agente perturbador.

Erosión fluvial. Destrucción de las rocas por procesos fluviales que junto con los movimientos gravitacionales conduce a la formación de valles, rebajamiento de la superficie. El proceso incluye además de la destrucción mecánica de las rocas el lavado y laminación de los valles de los ríos, y la alteración química de las rocas.

Erosión marina. Proceso de destrucción de las costas por acción del oleaje, las mareas y las corrientes de deriva litoral.

Escurrimiento superficial. Parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo.

Espesor de caída de ceniza. Es el ancho de la capa de ceniza que se forma en el suelo debido a una erupción volcánica. El espesor por la acumulación de ceniza varía desde algunos metros en la zona cercana al cráter hasta distancias mayores.

Evacuado. Persona que, con carácter preventivo y provisional ante la posibilidad o certeza de una emergencia o desastre, se retira o es retirado de su lugar de alojamiento usual, para garantizar su seguridad y supervivencia.

Falla. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de centímetros a kilómetros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años o hasta miles y millones de años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos típicos son de uno o dos metros.

Fenómeno o agente perturbador/amenaza. Evento físico potencialmente perjudicial, natural o derivado de la actividad humana, que puede causar pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, grave perturbación de la vida social y económica o degradación ambiental. Las amenazas o peligros incluyen condiciones latentes susceptibles de materializarse en el futuro. Pueden tener diferentes orígenes: natural (geológico, hidrometeorológico) o antropogénico (químico-tecnológico, sanitario-ecológico o socio- organizativo).

Fenómeno Antropogénico. Agente perturbador producido por la actividad humana.

Fenómeno Natural Perturbador. Agente perturbador producido por la naturaleza.

Fractura. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro.

Frente frío. Se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical (Sc, Cu, Cb), las cuales podrían provocar chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa.

Geohidrología (Hidrogeología). Rama de la Geología que se encarga del estudio de los cuerpos de agua en el subsuelo, conocidos como acuíferos.

Geología. Ciencia que se encarga del estudio del origen, evolución y estructura de la Tierra, su dinámica y de la búsqueda y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables asociados a su entorno.

Geotecnia. Aplicación de principios de ingeniería, a la ejecución de obras públicas en función de las características de los materiales de la corteza terrestre.

Gestión Integral de Riesgos. El conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

GPS. Sistema de posicionamiento global (global positioning system)

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gradiente térmico. La razón del cambio de la temperatura por unidad de distancia, muy comúnmente referido con respecto a la altura. Se tienen dos gradientes, el adiabático de 10.0 C/Km (en aire seco) y el pseudoadiabático (aire húmedo) es 6.5 C/Km.

Grado de Exposición. Se refiere a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados. Por lo general se le asignan unidades monetarias puesto que es común que así se exprese el valor de los daños, aunque no siempre es traducible a dinero. En ocasiones pueden emplearse valores como porcentajes de determinados tipos de construcción o inclusive el número de personas que son susceptibles a verse afectadas.

Hidrometeoro. Sistema formado por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas y que caen de la atmósfera.

Hundimiento Diferencial. Es la diferencia entre la deformación vertical que experimentan dos puntos o sitios y se mide en centímetros o metros.
Huracán. Sistema de vientos con movimientos de rotación, traslación y convección en espiral, semejante a un gigantesco torbellino, cuya fuerza de sus vientos se extiende a cientos de kilómetros sobre las aguas tropicales.

Identificación de Riesgos. Reconocer y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad.

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

Índice de explosividad volcánica. Es una escala compuesta que toma en cuenta diversas características de una erupción como son: volumen de magma emitido, altura de columna eruptiva y duración de la erupción. La escala de explosividad volcánica toma valores enteros entre cero y ocho.

Índice de exposición. Fenómeno asociado principalmente a factores de erosión, clima y precipitación, principalmente, y en la zona de contacto asociado en zonas de arrastre, desprendimientos y en zonas topográficas accidentadas.

Índice de Severidad de la Sequía de Palmer. Índice de sequía usado para evaluar el impacto de ésta en la agricultura.

Infraestructura Estratégica. Aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos, y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional y ocasiona una afectación a la población, sus bienes o entorno. La unidad mínima de dicha Infraestructura Estratégica es la instalación vital.

Intensidad. Es una medida de la fuerza con que se manifiesta el fenómeno en un sitio dado.

Intensidad de Ciclón Tropical. Es una escala para clasificar la intensidad de un ciclón tropical de acuerdo con las velocidades de sus vientos, y los daños que pudiera ocasionar (escala Saffir-Simpson). Se mide con números enteros que van del uno al cinco.

Intensidad de la lluvia. Es la lámina de agua que se mide en un pluviómetro entre el tiempo que tarda en acumularse. Normalmente se mide en milímetros sobre hora.

Intensidad Modificada de Mercalli (IMM). Fue desarrollada por Giuseppe Mercalli con el fin de representar mejor los efectos de los sismos en un sitio determinado. La escala fue posteriormente adaptada para California, conociéndose como Escala Modificada. Ésta emplea números romanos del I (No sentido) al XII (Destrucción total).

Intensidad (sísmica). Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento o actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo.

Isobara. Línea que une puntos con igual valor de presión atmosférica.

Isotaca. Línea que une puntos con igual valor de velocidad regional de viento.

Isoterma. Línea que une puntos o lugares con igual valores de temperatura.

Isoyeta. Es una línea trazada sobre un mapa sinóptico con la que se unen puntos (representación de una estación meteorológica), donde se registra igual cantidad de precipitación.

Lecho de crecidas máximas. Corresponde a un lecho que se encuentra por encima de los anteriores; en ocasiones no se encuentra bien configurado, pero si el agua rebasa este nivel, entonces se presenta un proceso de desbordamiento del río.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Lecho de inundación. Es la zona que el río inunda durante la época de lluvias; de manera general sobre este lecho se depositan sedimentos redondeados a los cuales de manera individual se les denomina con el conjunto de ellos recibe el nombre de aluvión

Licuefacción. Comportamiento pseudo-líquido de una o varias capas de suelo provocado por una elevada presión intersticial que genera un movimiento en la superficie. Se manifiesta en arenas sueltas (limosas saturadas o muy finas redondeadas) y se localiza en zonas costeras, sobre las riberas o llanuras inundables de los ríos (Ortiz y Zamorano, 1998). Es importante determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de 1 a 10 metros, y si el agua subterránea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas potenciales a la licuefacción en caso de que ocurra un sismo.

Lluvia acumulada. Es la lámina de agua acumulada registrada en un punto del espacio durante un lapso determinado.

Magnitud: es una medida del tamaño del fenómeno, de su potencial destructivo y de la energía que libera.

Masa de aire. Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.

Mitigación. Es toda acción orientada a disminuir el impacto o daños ante la presencia de un agente perturbador sobre un agente afectable.

Niño. Sistema oceánico-atmosférico, es de intensidad variable y ocurre en el Pacífico. Durante su ocurrencia provoca cambios en la temperatura y en los sistemas de presión en la región tropical del Océano Pacífico afectando los climas del mundo entero.

Nivel freático. Corresponde al nivel superior del nivel del agua contenida en una formación geológica, donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica.

Número de días que se presenta el fenómeno al año. Es el número de días que se presenta una tormenta de polvo, una tormenta eléctrica, un tornado, una helada, una granizada o un remolino en la zona de estudio en un lapso de un año.

Número de días que se rebasa el umbral de temperatura al año. Número de días en los que se rebasan los umbrales para las altas y bajas temperaturas en el lapso de un año.

NOAA. National Oceanographic and Atmospheric Administration. Es la dependencia gubernamental estadounidense que administra todos los recursos oceanográficos y atmosféricos de ese país.

Ola de calor. Calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana.

Peligro o peligrosidad. Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado.

Periodo de retorno. Es el tiempo medio, expresado en años, que tiene que transcurrir para que ocurra un evento en que se exceda una medida dada.

Precipitación. Partículas de agua en estado líquido o sólido que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Preparación. Actividades y medidas tomadas anticipadamente para asegurar una respuesta eficaz ante el impacto de un fenómeno perturbador en el corto, mediano y largo plazo.

Prevención. Conjunto de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, así como evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo de los fenómenos perturbadores sobre la vida y bienes de la población, la planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente.

Previsión Tomar conciencia de los riesgos que pueden causarse y las necesidades para enfrentarlos a través de las etapas de identificación de riesgos, prevención, mitigación, preparación, atención de emergencias, recuperación y reconstrucción.

Protección. El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Reconstrucción. La acción transitoria orientada a alcanzar el entorno de normalidad social y económica que prevalecía entre la población antes de sufrir los efectos producidos por un agente perturbador en un determinado espacio o jurisdicción. Este proceso debe buscar en la medida de lo posible la reducción de los riesgos existentes, asegurando la no generación de nuevos riesgos y mejorando para ello las condiciones preexistentes.

Recuperación. Proceso que inicia durante la emergencia, consistente en acciones encaminadas al retorno a la normalidad de la comunidad afectada.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Refugio Temporal. La instalación física habilitada para brindar temporalmente protección y bienestar a las personas que no tienen posibilidades inmediatas de acceso a una habitación segura en caso de un riesgo inminente, una emergencia, siniestro o desastre.

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

Resiliencia. Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a un peligro para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de sus efectos en un corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, logrando una mejor protección futura y mejorando las medidas de reducción de riesgos.

Riesgo. Daños o pérdidas probables sobre un sistema afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador.

Sequía. Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el periodo normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

SIG. Sistema de información geográfica.

Simulacro. Representación mediante una simulación de las acciones de respuesta previamente planeadas con el fin de observar, probar y corregir una respuesta eficaz ante posibles situaciones reales de emergencia o desastre. Implica el montaje de un escenario en terreno específico, diseñado a partir de la identificación y análisis de riesgos y la vulnerabilidad de los sistemas afectables.

Siniestro. Situación crítica y dañina generada por la incidencia de uno o más fenómenos perturbadores en un inmueble o instalación afectando a su población y equipo, con posible afectación a instalaciones circundantes.

Sismicidad. La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y período dados.

Subsidencia. Es el movimiento descendente (deformación) lento o repentino de la superficie natural del terreno y es sinónimo de hundimiento. Dependiendo de su origen y de la forma en que ocurre puede ser local o regional, y se mide en centímetros o metros.

Subzonificación. Consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente.

Susceptibilidad. Las interacciones ambientales entre factores como el clima, la topografía y la geología son importantes como mecanismos detonantes de procesos de remoción, y determinar las propiedades geotécnicas de los materiales en movimiento.
Tamaño de las partículas de ceniza. Diámetro medio de las partículas de ceniza que se expulsan durante una erupción volcánica.

Tasa de Excedencia. Definida como el número medio de veces, en que, por unidad de tiempo, ocurre un evento que exceda cierta intensidad.

Tectónica. Teoría del movimiento e interacción de placas que explica la ocurrencia de los terremotos, volcanes y formación de montañas como consecuencias de grandes movimientos superficiales horizontales.

Temperatura. Propiedad intensiva de un cuerpo que refleja la cantidad de calor, y que se asocia con qué tan frío o caliente se encuentra un cuerpo. Para los fines de los atlas municipales de riesgos, dicho parámetro estará especificado en grados centígrados.

Terremoto (sismo o temblor). Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.

Tirante de inundación. Es la diferencia entre la cota de la superficie libre del agua y la cota del terreno de una superficie inundada, la cual se mide en metros.

Tormenta eléctrica. Precipitación en forma tempestuosa, acompañada por vientos fuertes y rayos, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

Tránsito de avenidas. El tránsito de avenidas brinda un conjunto de métodos para describir y predecir el movimiento del agua de un punto a otro a lo largo de un río.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tsunami (o maremoto). Ola con altura y penetración tierra adentro superiores a las ordinarias, generalmente causada por movimientos del suelo oceánico en sentido vertical, asociado a la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud con epicentro en una región oceánica.

VEI. Índice de explosividad volcánica (volcanic explosivity index)

Velocidad de movimiento de un proceso de inestabilidad de laderas. Es la velocidad con la que se mueve el volumen desplazado y se mide en metros sobre segundo, metros sobre minuto, o kilómetros sobre hora.

Velocidad de un Fluido. Es el cambio de la posición de una masa de agua con respecto al tiempo. Su variación se desarrolla en las tres dimensiones del espacio y se mide en m/s.
Velocidad máxima sostenida (km/h). El viento máximo sostenido, representado como el viento medio más grande registrado durante un minuto, a una altura aproximada de 10 m sobre la superficie.

Velocidad regional. Es la velocidad máxima del viento que se presenta a una altura de 10 m sobre el lugar de desplante de la estructura, para condiciones de terreno plano con obstáculos aislados. Los valores de esta velocidad se obtienen incluyendo el efecto de ráfaga, que corresponde a tomar el valor máximo de la velocidad media durante un intervalo de tres segundos. El valor de estas velocidades regionales, generalmente indicadas en m/s o km/h, se presentan en los mapas de isotacas (de iso-velocidades) de los diferentes documentos normativos relativos al diseño Eolo-resistente.

Velocidad del Viento. Velocidad registrada en un anemómetro, generalmente se mide en metros sobre segundo, aunque también se puede medir en km/h, frecuentemente dicha velocidad se mide a 10 metros sobre la superficie del terreno.

Volumen desplazado de un proceso de inestabilidad de laderas. Es el volumen que se desplaza o se mueve ladera abajo cuando existe un flujo, deslizamiento, caído o reptación y se mide en metros cúbicos.

Volumen de los derrumbes del edificio volcánico. Cantidad de material volcánico procedente del colapso parcial de un edificio volcánico.

Volumen de lahares. Cantidad de la mezcla de fragmentos de rocas, cenizas y agua que fluye pendiente abajo por las faldas de un volcán.

Volumen de los flujos piroclásticos. Cantidad de gases calientes, cenizas y fragmentos en una mezcla turbulenta que descienden a velocidades cercanas a 200 km/h y temperaturas superiores a 700°C por los flancos del volcán debido a una erupción volcánica.

Vulnerabilidad. Susceptibilidad o 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.

Vulnerabilidad física. consiste en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas expuestos, los que, en la mayoría de los casos, son obras construidas por el hombre; sin embargo, también se cubren los casos de formaciones geológicas naturales, como laderas que pueden deslizarse o mantos de suelo blando que pueden agrietarse y que pueden ocasionar algún tipo de daño.
Vulnerabilidad social. 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.

Zona de Desastre. Espacio territorial determinado en el tiempo por la declaración formal de la autoridad competente, en virtud del desajuste que sufre en su estructura social, impidiéndose el cumplimiento normal de las actividades de la comunidad.

Zona de Riesgo. Espacio territorial determinado en el que existe la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador.

Zonificación. El instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

11. DIAGNÓSTICO

11.1. Caracterización de los elementos del medio natural

11.1.1. Fisiografía

La fisiografía engloba el estudio, descripción y clasificación de las geoformas del terreno, aunando aspectos de geomorfología, geología, clima pasado y actual, hidrología, aspectos bióticos (incluida la actividad humana), sólo si estos condicionen las características edafológicas de tales formas, o en su defecto la aptitud para uso y manejo (Serrato Pedro, 2009). Para un adecuado estudio del territorio del país, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) estableció las siguientes clasificaciones para la representación de las diferentes unidades con base en información topográfica, geológica y climatológica.

- Provincia fisiográfica. - Regiones en el que el relieve tiene una morfología característica y que es el resultado de un origen geológico similar.
- Subprovincia fisiográfica. - Subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas.
- Sistema de topoformas. - Conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos.

El territorio mexicano se divide en 15 provincias fisiográficas, las cuales a su vez se subdividen en 86 subprovincias. La superficie del municipio de Monterrey se encuentra comprendida entre las provincias de la Sierra Madre Oriental y la Llanura costera del Golfo Norte y a su vez dentro de las subprovincias de Sierras y Llanuras Coahuilenses, Gran Sierra Plegada y Llanuras y Lomeríos. A continuación, se presentan las características básicas de las provincias y subprovincias mencionadas.

Provincias fisiográficas

Sierra Madre Oriental

Esta provincia, está localizada en el este del país, tiene una dirección noroeste-sureste, inicia en el sur del estado de Texas y al norte de la ciudad de monterrey en el estado de Nuevo León, continua hacia el sur de Veracruz hasta su contacto con el Eje Neovolcánico. La Sierra Madre oriental (SMO) es una cordillera cuyo relieve se debe a la deformación de rocas mesozoicas y de su complejo basal, que fueron levantados, comprimidos y transportados hacia el noreste, formando pliegues y cabalgaduras durante la Orogenia Laramide (Eguiluz, Aranda y Marrett, 2000).

Llanura costera del Golfo Norte

Es una región que se extiende por la costa del Golfo de México desde el río Bravo. Limita al noroeste con la provincia de la Gran Llanura de Norteamérica, al oeste con la Sierra Madre Oriental, al este con el Golfo de México y al sur con la provincia del Eje Neovolcánico. Políticamente se ubica en los estados de Hidalgo, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz. Esta provincia emergió en la era Cenozoica, identificada como un ambiente marino, actualmente está cubierta por una capa de aluvión. Está interrumpida por algunas sierras aisladas. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras. Las rocas son sedimentarias, como calizas y lutitas cretácicas en las Sierras de San Carlos y de Tamaulipas; calizas terciarias y lutitas de la cuenca de Burgos y de la cuenca Tampico- Misantla. Es posible localizar intrusiones de rocas ígneas ácidas e intermedias, rocas de origen volcánico y básicas, del Terciario al Cuaternario, al norte de Tamaulipas y cerca de Ciudad Mante.

Subprovincias fisiográficas

Parte del territorio de Monterrey (aproximadamente el 44.9% de la superficie municipal) se localiza dentro de la subprovincia Llanuras y Lomeríos, la cual pertenece a la provincia Llanura costera del Golfo Norte. Esta subprovincia se caracteriza por sus lomeríos suaves formados de lutitas del mesozoico y llanuras de extensión considerable de aluvión. Es en esta subprovincia donde se localiza la zona urbana y el cauce del río Santa Catarina.

Las subprovincias Sierras y Llanuras Coahuilenses y Gran Sierra Plegada (pertenecientes a la Sierra Madre Oriental) ocupan aproximadamente el 55.08% del total de la superficie municipal. La primera está constituida por sierras de calizas plegadas, la mayoría orientadas de noroeste a sureste, escarpadas y más bien pequeñas. Sus ejes estructurales están bien definidos y, especialmente en el sur, se presentan anticlinales alargados con los lomos erosionados. Entre estas sierras se extienden amplias bajadas y llanuras de origen aluvial. En Monterrey está definida por la sierra de las mitras y su bajada. Por otra parte, la Gran Sierra Plegada inicia al este de Saltillo, Coahuila, se flexiona con la integración de un gran arco al sur de Monterrey y se prolonga hacia el sur hasta la altura de Ciudad Valles, San Luis Potosí. En esta sierra dominan las capas plegadas de calizas y lutitas, con prominentes ejes estructurales de anticlinales y sinclinales.

Tabla CF-A-01. Provincias y subprovincia fisiográficas ubicadas dentro de Monterrey

Sierra Madre Oriental	Sierras y llanuras Coahuilenses	38.11	11.35
	Gran Sierra Plegada	130.89	43.73
Llanura Costera del Golfo Norte	Llanuras y Lomeríos	146.89	44.92

Fuente: Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, escala 1:250,000 serie I, INEGI 2001

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

25

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

11.1.2. Geomorfología

La geomorfología estudia las formas del relieve, su origen y la acción combinada de procesos internos (tectónica, vulcanismo) y externos (clima, hidrología, oleaje y viento). Este análisis permite explicar la configuración del paisaje, su conectividad y los procesos dominantes que condicionan la exposición a peligros.

Las formas del relieve (topoformas) localizadas dentro de Monterrey están ligadas a una intensa actividad tectónica, la cual generó estructuras plegadas de rocas sedimentarias de pendientes abruptas y una serie de estructuras asociadas a las mismas como pliegues recostados y cabalgaduras. De igual forma, los procesos exógenos de acumulación se hacen presentes en las bajadas, valles y llanuras, constituidas por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría que varía de gravas, arenas y arcillas, que conforman un relieve plano con elevaciones de 350 a 750 msnm.

La llanura es la topoforma que ocupa una mayor extensión dentro del municipio, abarcando una superficie aproximada de 142.7 km2, y es ocupada por la mayor parte de la Zona Metropolitana de Monterrey.

En segundo lugar, en cuanto a superficie se encuentra la sierra, que abarca aproximadamente 109.31 km², lo que representa el 32.25% del total de la extensión de la demarcación.

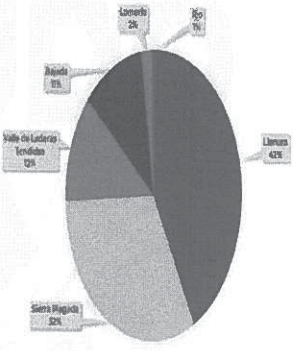
La tabla CF-02-1 muestra las características principales de las topoformas que conforman el territorio de Monterrey.

Tabla CF-B-01. Formas del relieve de Monterrey

Bajada	37.86	11.17	Acumulación de detritos al pie de la montaña. Pendiente moderada. Partículas con tamaño desde arcilla a gravas y angulosas.	Está ubicada en la zona noroeste del municipio. Incluye a colonias como Bosques de Cumbres, Cumbres Poniente y San Jerónimo.
Llanura	142.76	42.11	Depósito de sedimentos medios a finos producido por la inundación de un cuerpo de agua. La mayor parte de la zona urbana se sitúa en ésta.	Se extiende desde la porción central de forma alargada en dirección NO-SE. La infraestructura urbana la ha cubierto totalmente.
Lomerío	6.53	1.93	Elevación de terreno de poca altura y pendiente moderada. El lomerío de Monterrey tiene litología de lutitas mesozoicas.	Localizados de manera dispersa en la llanura.
Río	1.85	0.55	Río Santa Catarina que nace en las zonas altas del oeste y atraviesa el municipio hacia el este	Cruza el área urbana y municipios como Guadalupe y San Pedro Garza García.
Sierra	109.31	32.25	Conjunto de montañas que comparten litología y edad semejantes y están aproximadamente alineadas. Las de esta región están formadas por calizas y lutitas del Mesozoico.	Tiene presencia en los extremos del municipio. Incluye porciones de Cerro Topo Chico, Sierra Las Mitras y principalmente en el SE del municipio.
Valle	40.68	12.00	Se constituye de aporte sedimentario acumulativo de grano fino, distribuidos por afluentes de mediana intensidad. Los sedimentos provienen de zonas altas y de rocas calcáreas.	Ubicada en el SE junto a los límites con el municipio de Santiago y en los distritos Barrio, La Boila, Parque Nacional Cumbres de Monterrey y Valle Alto El Diente.

Fuente: Modificado del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, escala 1:250,000 serie I, INEGI 2001

Grafica CF-B-01. Principales elevaciones del municipio de Monterrey



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey 2013-2025.

La mancha urbana de Monterrey, que abarca el centro y colonias contiguas, se asienta principalmente en el fondo del valle, a cotas de 500-600 m s. n. m. Como referencia, el Parque



26

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Fundidora ronda los 514 m y el Parque España 515 m. Estas superficies bajas y relativamente planas facilitaron el trazado de vialidades, servicios y la expansión de la ciudad.

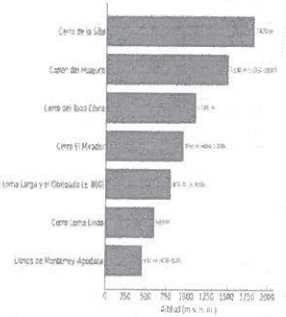
Alrededor del valle se elevan relieves escarpados que dominan el paisaje. El Cerro de la Silla, icono local, alcanza 1,820 m, y en la vecina Sierra Madre Oriental varias cumbres superan los 2,000 m. Estos macizos condicionan el clima y la hidrología: favorecen la escorrentía superficial y encauzan flujos hacia ríos como La Silla.

Entre el fondo del valle y las sierras existen franjas de transición con altitudes de 600–1,500 m. Son terrenos irregulares, con lomeríos y pendientes marcadas, que incrementan la diversidad topográfica de Monterrey.

De forma particular, el Cañón del Huajuco, entre la Sierra de la Silla y la Sierra Madre Oriental, presenta cotas de 1,200–1,800 m s. n. m.; el Valle del Topo Chico muestra un relieve semi ondulado, mientras que el Valle de las Mitras gradúa desde las partes bajas hasta sectores más elevados.

Las planicies regionales, como los Llanos de Monterrey–Apodaca, se ubican a menores alturas frente a los relieves circundantes, típicamente entre 400 y 500 m s. n. m.

Gráfica CF-B-02. Principales elevaciones del municipio de Monterrey



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey 2013-2025.

Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

11.1.3. Geología

Los procesos geológicos se encuentran relacionados con la presencia de algunos fenómenos naturales capaces de generar peligros y riesgos a la población, esto debido a que cada tipo de roca responde de manera distinta a la acción de los diversos agentes externos e internos de nuestro planeta.

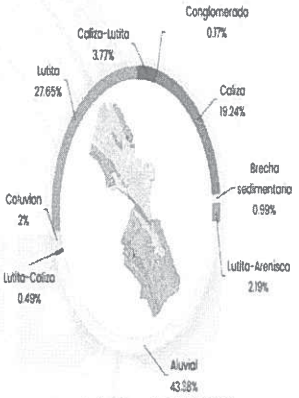
Para el estudio de la geología del país, se subdividió en provincias geológicas que reflejan la complejidad y diversidad del terreno mexicano. La República Mexicana está dividida en 35 provincias geológicas principales, cada una con características particulares que reflejan su historia geológica. Estas incluyen la Sierra Madre Occidental, formada por extensos derrames volcánicos; la Sierra Madre Oriental, compuesta por plegamientos y fallas de rocas sedimentarias; el Eje Neovolcánico, una franja de volcanes activos; la Meseta Central, de origen volcánico y sedimentario; la Península de Baja California, de naturaleza tectónica activa; la Cordillera Centroamericana; la Plataforma de Yucatán, rica en formaciones calcáreas; y otras como la Faja Volcánica Transmexicana, la Depresión del Balsas, y la Sierra Madre del Sur, que abarcan diferentes tipos de rocas y estructuras tectónicas. Cada una de estas provincias ofrece un paisaje geológico único y diverso.

El municipio de Monterrey se encuentra ubicado en la confluencia de dos importantes provincias geológicas de la República Mexicana: La Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo. Poco más de la mitad de la superficie municipal (55% aproximadamente) se localiza en la primera, misma que forma parte del Geosinclinal Mexicano que cruza la República Mexicana de norte a sur. Este se caracteriza por la presencia de numerosos plegamientos anticlinales y sinclinales de rocas sedimentarias, que presentan una orientación general de sus ejes NW-SE. Esta serie de capas sedimentarias presentan una litología que varía desde rocas calcáreas hasta areniscas y conglomerados, así como lutitas de diferentes secuencias. Las formaciones plegadas han sufrido fuerte erosión formando una serie de valles profundos, tanto a lo largo de sus ejes estructurales como transversales, cortando estas estructuras con profundidades máximas de 210 m. Los valles erosionados se rellenaron posteriormente con depósitos aluviales de diferentes secuencias (CONAGUA, 2020).

El resto de la superficie municipal (45%) se encuentra en la llanura Costera del Golfo Norte la cual presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras. Estas últimas son recorridas por numerosos ríos mismos que depositan una gran cantidad de sedimentos que forman barras, desde el punto de vista geológico dominan los materiales sedimentarios marinos no consolidados (arcillas, arenas y conglomerados); hay materiales del cuaternario, terciario hasta Cretácico en la proximidad de la ya mencionada SMO (INEGI,1986).

En la siguiente gráfica se muestran los distintos tipos de litología que se localizan dentro del territorio municipal, así como el porcentaje de superficie que ocupan de acuerdo con el análisis cartográfico realizado a través de la carta geológico – minera "Monterrey G14- 7" a escala 1: 250,000 elaborada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM). En esta misma destaca la ausencia de rocas de clase ígnea y metamórficas dentro del municipio.

Gráfica CF-C-01. Distribución porcentual de la Geología del Municipio de Monterrey



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Estratigrafía

La estratigrafía del noreste de México está conformada por depósitos de origen marino y continental como puede observarse en la Imagen 2, misma que muestra la columna litológica a nivel regional cuyas edades van desde Jurásico Superior hasta los depósitos de aluvión de edad más reciente. A continuación, se describen las formaciones presentes en el municipio.

Formación Zuloaga (JokCz)

En el municipio aflora en los núcleos de los anticlinales del cerro de La Silla y está constituida por una secuencia calcárea que en la base presenta alto contenido arcilloso, en la parte media presenta alternancia de calizas y margas y en la parte superior predominan las calizas. El espesor de esta formación se estima entre los 100 y 150 m

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Formación La Casita (JktLu-Ar)
Se trata de una serie de lutitas, limolitas, areniscas y calizas, que cubre concordantemente a la Formación Zuloaga y subyace a La Formación Taraises, en la curvatura de la Sierra Madre Oriental. Se conforma por la alternancia rítmica de lutitas y areniscas predominando las primeras y su espesor varia de 50 a 80 m

Formación Taraises (KbehCz-Lu)
Se localiza en la zona correspondiente a la curvatura de la Sierra Madre Oriental y el sector transverso a una secuencia calcárea y calcáreo – arcillosa que sobreyace a las formaciones Caja o Casita y subyace a la Formación Cupido. Se presenta como una alternancia de calizas arcillosas, de color gris obscuro de 3 a 10 cm. Con lentes de pedernal negro, intercaladas con estratos de lutitas de color café amarillento, con espesores de hasta 60 cm. En la parte media continúan calizas arcillosas, lajeadas y carbonosas, la parte superior se presenta como una alternancia de lutitas y calizas arcillosas de 20 a 40 cm.

Formación Cupido/ Tamaulipas Inferior (KhapCz)
Se trata de una secuencia calcárea entre las formaciones Taraises y la Peña. Está constituida por calizas de color gris obscuro con textura Mudstone–Packestone con estratificación que varia de 0.30 a 1 m., con nódulos de fierro y líneas estilo líticas, el espesor se estima de 850 m.

Formación La Peña (KhapCz-Lu)
Se trata de un afloramiento de estratos calcáreos – arcillosos que van en alternancia entre capas de caliza arcillosa, limolitas y bandas de pedernal, su espesor es del orden de 3 a 40 m y se encuentra expuesta en pequeños afloramientos.

Formación Aurora/ Tamaulipas Superior (KaCz)
Se les llama así a rocas de tipo calizas densas y gruesas, de pequeño espesor que son calizas de color gris claro de estratificación mediana o masiva y se encuentra aflorando en la parte NE y SE formando parte de la curvatura de Monterrey.

Formación Cuesta del Cura (KaceCz-Lu)
Está constituida una de caliza laminar de estratificación ondulada, tiene color gris oscuro y contiene numerosas lentes y nódulos de pedernal negro

Formación Agua Nueva (KcetCz-Lu)
Aflora en la porción oriental de la carta principalmente en las sierras cerro de La Silla dentro de la curvatura Monterrey. Consiste en una alternancia de mudstone y wackestone, arcillosos con nódulos y bandas de pedernal e intercalaciones de lutitas laminares carbonosas, así como de cuerpos de margas.

Formación San Felipe (KcossLu-Cz)
En general, la litología de esta unidad es muy homogénea, y corresponde a niveles arcillosos y bentoníticos, de color gris claro y gris verdoso, en capas de espesor delgado, con escasos nódulos de pedernal. Son abundantes las intercalaciones de bentonita y de lutitas bentoníticas laminares. Su espesor es muy variable de 5 a 330 metros.

Formación Méndez (KcmLu)
Se trata de una serie monótona de lutitas que descansan sobre la Formación San Felipe y esta se compone de principalmente de lutitas calcáreas de color gris y gris pardusco, con intercalaciones de margas y de capas delgadas de bentonita, así como de algunas areniscas de mudstone gris oscuro, aflorando principalmente en la porción oriental en la Sierra Cerro de la Silla y en las inmediaciones de la Ciudad de Monterrey y en el frente oriental de la Sierra Madre Oriental.

Conglomerado (TnCgp)
Es un conglomerado constituido por fragmentos de caliza, areniscas, los fragmentos varian de angulosos y redondeados, incluidos en una matriz arcillo – arenosa. El espesor de la unidad varia entre 10 y 20 metros. Los afloramientos se encuentran en la porción sureste, sur y noreste.

Brecha Oligomíctica (¿TmPl?Bro)
Los afloramientos de esta brecha se ubican en la curvatura de la Sierra Madre Oriental. Está constituida por fragmentos de calizas mal clasificados, cementados por carbonato de calcio. Gravas y Boleos QhoCo (gb) y LIMOS Y ARCILLAS Qhoal (Lm-Ar)

Estos depósitos se encuentran llenando los valles y se originaron por la acción de los agentes erosivos sobre las estructuras plegadas y están compuestos por gravas, arenas, limos, arcillas.

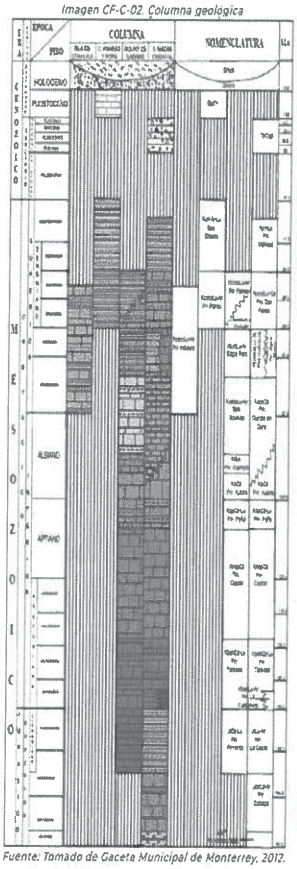
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

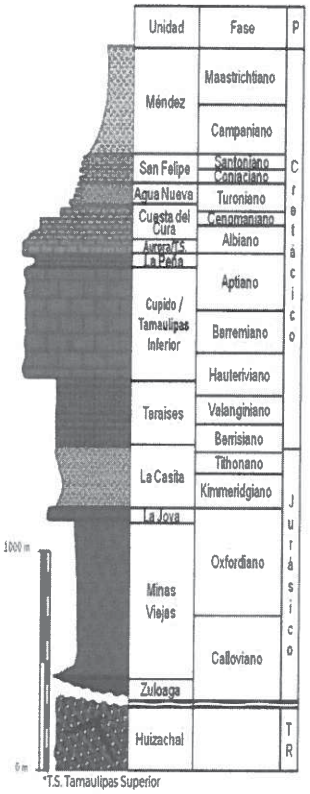
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen CF-C-02. Columna geologica



Fuente: Tomado de Gaceta Municipal de Monterrey, 2012.

Imagen CF-C-03. Columna estratigrafica del NE de Mexico de Michalzik (1988)



Fuente: Modificada por Chávez Cabello (2016).

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

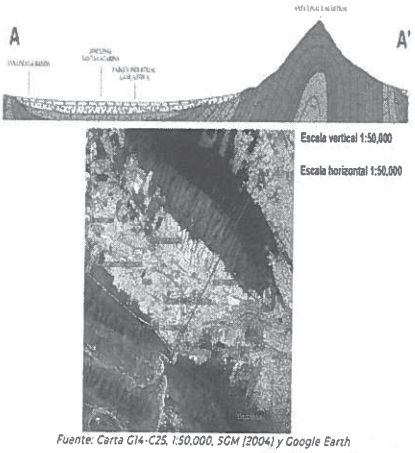
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Geología Estructural

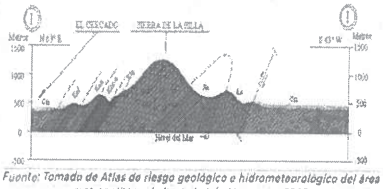
De acuerdo con el análisis cartográfico se puede decir que las estructuras presentes en el municipio varían en forma y tamaño las cuales corresponden a ejes estructurales de tipo anticlinal y anticlinal buzante, fracturas y fallas. Estás estructuras se encuentran en su mayoría en las rocas sedimentarias mesozoicas. En el siguiente mapa es posible observar al NO del municipio en la zona Sierra de las Mitras que las rocas se encuentran fracturadas, aunque es posible observar que en su mayoría las estructuras se concentran en la zona sur del municipio (4 fallas normales y 12 inversas y 17 fracturas).

Imagen-CF-C-04 Sección geológica y su ubicación



Fuente: Carta G14-C25, 1:50,000, SGM (2004) y Google Earth

Imagen CF-C-05 Sección Geológica.



Fuente: Tomada de Atlas de riesgo geológico e hidrometeorológico del área metropolitana de la ciudad de Monterrey, 2005.

Imagen CF-C-06 Sección Geológica



Fuente: Tomado de Atlas de riesgo geológico e hidrometeorológico del área metropolitana de la ciudad de Monterrey, 2005.

La Universidad Autónoma de Nuevo León en el año 2005 describe la existencia de fallas normales y laterales con un componente normal. La zona de falla se presenta en rocas de baja presión como son las lutitas y margas en este caso correspondientes a la formación Méndez, San Felipe y Agua Nueva. Algunos afloramientos están expuestos en el Cerro del Mirador, Loma larga, Cerro de la campana, Cerro ventanas, La Diana, San Jerónimo, Las lajas entre otros. Dentro de los afloramientos fue posible identificar algunas estructuras microscópicas como estrías y escalones. Las rocas son de tipo sedimentario y son muy deleznables poco competentes a la deformación.

En el noroeste de la zona urbana pudieron identificar una falla la cual cruza diagonalmente la zona correspondiente al cerro de las Mitras y Loma larga esta también presenta estructuras microscópicas como estrías y escalones.

En la zona sureste de la Loma larga también se presenta otro sistema de fallas laterales puede ser observada en algunos cortes dentro de la Av. Rosalitos y Alfonso Reyes.
Sobre los depósitos correspondientes a la Formación Agua Nueva se encontró una falla en el área correspondiente al sector San Jerónimo- Las lajas.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

31

Otro sistema de fallas laterales identificado sobre las rocas sedimentarias que conforman la formación San Felipe es posible observar en el plano correspondiente a las estructuras geológicas del área metropolitana el patrón dominante de estas fallas y fracturas. Este sistema afecta algunas zonas en los fraccionamientos las Brisas, El Carmen, Cumbres, así como la zona de la colonia Tierra y Libertad en el flanco sur oriental del Cerro Topo Chico.

Dentro de las principales estructuras que se encuentran en el municipio de Monterrey destacan las siguientes:

Sierra Cerro de la Silla: corresponde a un anticlinal alargado de origen alóctono, producto del cabalgamiento hacia el NE de los paquetes sedimentarios depositados durante la Era Mesozoica, de los cuales fue cercenado por procesos erosivos más recientes. La Sierra Cerro de la Silla es una estructura de 42 km de largo y unos 7 km de ancho con orientación NW-SE que representa la última prominencia hacia el NE de la Sierra Madre Oriental en el área de la curvatura de Monterrey y corresponde originalmente a un pliegue decumbente cuyo plano axial se encuentra recostado hacia el NE. Gran parte de esta estructura está constituida por calizas y lutitas cuyas edades van desde Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior (EEMSSA, 2017).

Curvatura de Monterrey: se define como Curvatura de Monterrey al arqueamiento morfotectónico que adquiere la Sierra Madre Oriental, en su terminación norte, localizada entre las ciudades de Monterrey, Nuevo León y Saltillo, Coahuila. Dentro de esta estructura, la forma de los plegamientos es efecto del deslizamiento de las rocas mesozoicas en dirección NW, cabalgando sobre rocas evaporíticas y lutitas del Jurásico superior que fueron arrastradas y comprimidas hacia el norte, entre los bloques de los pilares tectónicos que originaron las paleoislas de Coahuila y San Carlos (Eguiluz de Antuñano, 2023).

Cerro del Topo Chico: se encuentra constituido totalmente por rocas sedimentarias de la Edad Cretácica, estructuralmente constituyen un pliegue anticlinal simétrico de 8 km de longitud y 3 km de ancho, su eje axial mantiene un rumbo general de N 25° W y las intensidades de los echados en sus flancos son del orden de 40° a 45° al SW y NE respectivamente; el pliegue anticlinal se encuentra afectado por una serie de fallamientos normales de rumbo preferencial N 30° E, los cuales guardan una estrecha relación con la formación del drenaje dendrítico existente (Rivera Martínez, 1994).

Loma Larga: perteneciente a la formación San Felipe, cuenta con una litología muy homogénea y se compone de lutitas, estratos arcillosos y de bentonita muy abundantes, de color gris claro y gris verdoso en capas delgadas, con escasos nódulos de pedernal. El ambiente es de mar abierto, con gran presencia de material bentonítico proveniente del arco magmático del occidente, el cual se encontraba en plena actividad (EEMSSA, 2017).

Cañón del Huajuco: corresponde a la zona comprendida entre los parteaguas de la Sierra Madre y la Sierra de la Silla, en los municipios de Monterrey y Allende. Involucra dos provincias fisiográficas, hacia el oriente, después del Cerro de La Silla inicia la provincia de la planicie costera del Golfo, el Cañón pertenece a la provincia de la Sierra Madre Oriental [...] Adquiere una configuración alargada a modo de franjas o bandas, afloran principalmente tres tipos de rocas: calizas, localizadas en la mayor parte del territorio de las zonas de preservación (Parque Cumbres, Cerro y Sierra de la Silla); lutitas que se localizan en la mayor parte del área urbanizable de la zona y en mayor porcentaje en las zonas de Valle Alto, El Uro, El Barro y parte de la comunidad de Los Cristales; conglomerados y depósitos aluviales recientes, se localizan en algunas parte de la zona de El Uro, Los Cristales, El Barro (Gobierno municipal de Monterrey).

Minería

Los yacimientos minerales para el municipio de Monterrey pertenecen a 2 grupos, los metálicos y no metálicos que en su mayor parte ocurren en la secuencia sedimentaria Mesozoica, de composición calcáreo-arcillosa, y en menos proporción en los sedimentos cenozoicos. Los no metálicos son de mayor importancia ya que se explotan actualmente favoreciendo así la economía de la ciudad. Dentro del municipio se puede encontrar sólo una mina que se encuentra fuera de operación en una porción de la zona conocida como El Diente que se trata de una zona mineralizada de (Pb, Zn y Ag). Existen 2 bancos de materiales de agregados pétreos de los cuales solo uno se encuentra en operación en el cerro Topo Chico. Con respecto a establecimientos relacionados con minería registrados dentro del municipio, de acuerdo con el DENUE 2022 de INEGI se tiene un total de 6 sitios dedicados a esta actividad, de los cuales el 66.6% corresponden a rocas como caliza y agregados pétreos y el 33.3% restante a minerales metálicos tales como plomo y zinc.

Tabla CF-03. Establecimientos dedicados a la minería ubicados dentro de Monterrey

GRUPO EMMONT DE MEXICO	Minería de piedra caliza	2840146.29	366144.86
INDUSTRIAS EXTRACTIVAS DE MEXICO SA DE CV	Minería de otros minerales no metálicos	2841116.59	366248.26
ZINC NACIONAL, S.A	Minería de plomo y zinc	2833922.68	372452.69
MATERIAS PRIMAS MONTERREY S DE RL DE CV	Minería de silice	2840893.56	364779.63
MINERALES INDUSTRIALES	Minería de piedra caliza	2840348.32	361070.18
BIAFIM	Minería de marmol	2847839.64	365803.24

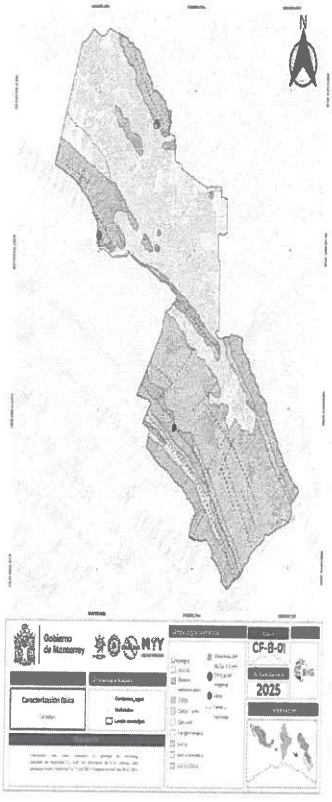
Fuente: DENUE, 2022

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



11.1.4. Edafología

La edafología es la disciplina que estudia el origen, la composición y la evolución de los suelos. El suelo constituye la capa más superficial de la corteza terrestre y, a pesar de su reducido espesor, resulta indispensable para el desarrollo de la vida. Está formado por minerales, materia orgánica y poros que almacenan agua y aire, elementos que permiten la existencia de la vegetación y, con ello, de múltiples cadenas tróficas, además de sostener actividades económicas como la agricultura y la ganadería.

La formación y distribución de los suelos responden a la interacción de diversos factores naturales, entre los que destacan el clima, la geología, la geomorfología, la hidrografía y la vegetación, así como a procesos dinámicos de intemperismo, erosión y sedimentación. De este modo, el suelo es un recurso que se desarrolla de manera gradual y refleja las complejas interacciones ambientales que ocurren en cada región.

En el caso del municipio de Monterrey, sus condiciones geográficas y ambientales han dado lugar a suelos delgados, con presencia significativa de carbonato de calcio, texturas que van desde arenas gruesas hasta arcillas, y bajos contenidos de materia orgánica. Estas características derivan de un clima predominantemente seco, una geomorfología conformada por depósitos de sedimentos y la vegetación propia de zonas semiáridas, lo que en conjunto determina las propiedades edáficas de la región.

Los suelos de tipo Phaeozem son los predominantes dentro del territorio municipal, con una extensión aproximada de 78.6 km², lo que representa el 23.2% de la superficie total. En segundo lugar, destacan los leptosoles, que abarcan alrededor de 56.1 km², equivalentes al 16.55% del territorio municipal.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

33

Página 33 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

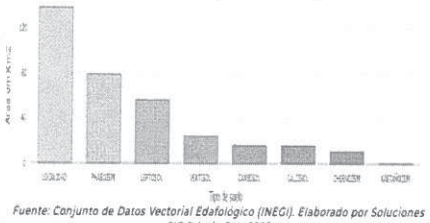
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imágenes CF-D-01 y 02. Comparación entre suelos Leptosol (izquierda) y Phaeozem (Derecha)



Fuente: Un Universo invisible bajo nuestros pies, Madrid Blogs y Britannica.

Gráfica CF-D-01. Distribución de la superficie de suelo en Monterrey



Fuente: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico (INEGI). Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., 2025

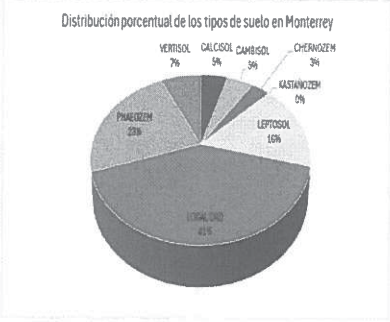
En versiones previas de la cartografía edafológica, como la Serie I del INEGI, el Leptosol aparecía como el suelo predominante en Monterrey debido a la gran extensión de áreas montañosas con suelos someros y delgados sobre roca. Sin embargo, con el avance en las metodologías de clasificación y el mayor detalle alcanzado en las Series II a VI, se ha identificado que los Phaeozem representan una proporción más amplia del territorio municipal, particularmente en los valles y piedemontes donde se desarrollan suelos con horizontes superficiales oscuros y mayor contenido de materia orgánica. Este cambio no obedece a una transformación súbita de los suelos, sino a la incorporación de técnicas de análisis más precisas, escalas cartográficas más detalladas y a la diferenciación de asociaciones edáficas que antes quedaban englobadas en categorías generales. De esta manera, el predominio actual de los Phaeozem refleja un conocimiento actualizado y más fino de la distribución de los suelos en Monterrey.

Tabla CF-04-1. Tipos de suelo de Monterrey

CAL	Calcisol	Media	15.610966715	4.60
CAM	Cambisol	Fina	15.850965667	4.66
CHE	Chernozem	Media	10.847923543	3.19
KAS	Kastañozem	Fina	0.2111281418	0.062
LEP	Leptosol	Media	56.106639294	16.55
Urbano	Localidad	N/A	137.86785774	40.66
PHA	Phaeozem	Fina	78.685586013	23.21
VER	Vertisol	Fina	23.837703941	7.03

Fuente: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional, 2007

Gráfica CF-D-02. Distribución porcentual de los tipos de suelo en Monterrey



Fuente. Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., 2025

A continuación, se describen las características de los suelos ubicados en Monterrey de acuerdo con información de INEGI.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Calcisol

Suelos con más del 15% de carbonato de calcio en por lo menos una capa de 15 cm de espesor, pueden presentar una capa cementada, son uno de los suelos con más extensión en el país, pueden ser altamente productivos si se tratan. Se localiza principalmente en Cumbres Poniente.

Chernozem

Suelos que se desarrollan en climas áridos a semiáridos, formados por una capa gruesa oscura y rica en carbono orgánico, son suelos fértiles y útiles para la agricultura y pastizales. Ocupa el 3.2% del territorio municipal y se ubica en la región NO, en el distrito Ciudad Solidaridad y en muy poca área en Cumbres de Poniente.

Fluvisol

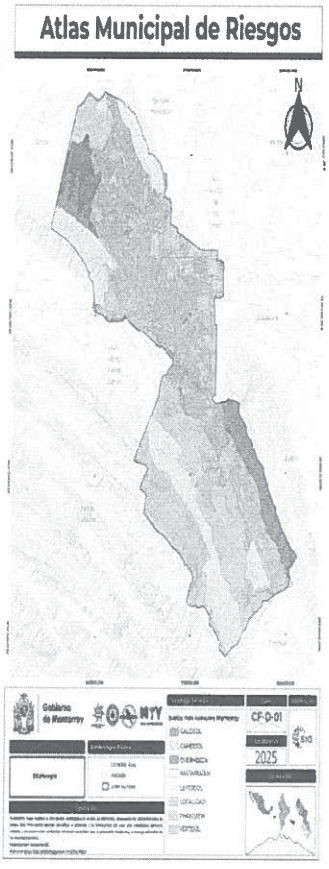
Son suelos de color pardo o gris que provienen de depósitos aluviales recientes y se ubican tradicionalmente sobre planicies de inundación, abanicos de ríos o marismas costeras, por lo que su granulometría varía desde arena gruesa a arcillas. Tienen buena fertilidad y son atractivos para asentamientos humanos. Es el suelo con menor extensión en Monterrey (menos del 1%, del total de la superficie). Se encuentra únicamente en el distrito Ciudad Solidaridad.

Leptosol

Los leptosoles se encuentra distribuido en cuatro zonas en las regiones serranas. Este suelo tiene profundidades menores a 25 cm o con más de 80% de su volumen ocupado por gravas, se encuentra generalmente en zonas con pendientes de moderadas a altas o con topografías escarpadas. Están presentes en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. Son poco atractivos para cultivos, los tipos de vegetación más relacionados son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para pastura de ganado.

Phaeozem

Suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, muy fértiles en magnesio, potasio y muy pocos carbonatos en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. Se ubica principalmente en el distrito Valle Alto El Diente, también en Parque Nacional Cumbres de Monterrey y La Bola.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

35

11.1.5. Hidrografía

El municipio de Monterrey pertenece a la Región Hidrológica 24 "Bravo-Conchos", la cual cuenta con una extensión de 222,189.63 Km2, la superficie del municipio representa apenas el 6.55 % de la superficie total de la región hidrológica. El cauce principal de esta región se extiende desde el norte-sur de Ciudad Juárez y Chihuahua hasta desembocar en el Golfo de México. La Región Hidrológica de Bravo-Conchos se divide en siete subregiones hidrológicas, de las cuales Monterrey se encuentra en la de Región San Juan (INEGI, 2007).

Hidrología Acuíferos

Dentro del municipio de Monterrey se alojan 6 acuíferos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla CF-E-01. Acuíferos

Área Metropolitana de Monterrey	234	69.02
Campo Buenos Aires	5	1.47
Campo Durazno	21	6.19
Campo Topo Chico	17	5.01
Cañón del Huajuco	59	17.40
El Carmen-Salinas Victoria	3	0.88

Fuente: Portal SINAV 3.0 CONAGUA (2023)

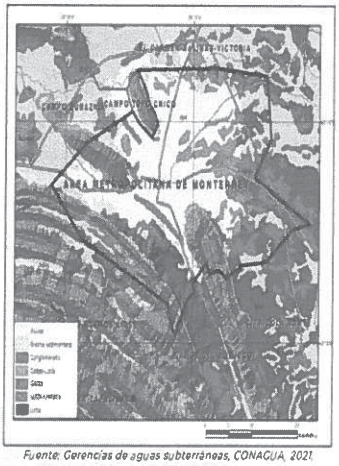
De acuerdo con la Tabla CF-E-01, el acuífero Área Metropolitana de Monterrey y Cañón de Huajuco representan juntos el 86.42% del área total, por lo que la gestión hídrica y planificación se enfoca principalmente en estos acuíferos.

Acuífero Área Metropolitana de Monterrey (1906)

El Acuífero con clave 1906 se encuentra conformado por rocas calizas con porosidad secundaria, fracturas y cavernas de disolución, con porosidad en su facie post arrecifal. Las calizas de la formación Aurora funcionan como acuíferos confinados. Además, se tiene un acuífero libre que está en material aluvial, con espesor de 10 a 30 m. En cuanto a su aprovechamiento cuenta con 1503, distribuyendo su volumen anual en millones de metros cúbicos de la siguiente manera: 70 de recarga, 70 de extracción, 4 de uso agropecuario, 18 de uso público – urbano, 48 de uso industrial, mantiene una disponibilidad equilibrada. En cuanto a su situación hidrológica se mantiene en equilibrio (INEGI, 2019).

Se aplico al acuífero el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprendida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

Ilustración CF-D-01. Localización del acuífero Área Metropolitana de Monterrey



Fuente: Gerencias de aguas subterráneas, CONAGUA, 2021.

Se aplicó al acuífero el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprendida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

DMA = R – DNC -VEAS
DMA = 143.7 - 45.8 - 110.285534
DMA = -12.385534 hm3 anuales

Donde:
DMA: Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R: Recarga total media anual
DNC: Descarga natural comprendida
VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas

Gobierno de Monterrey

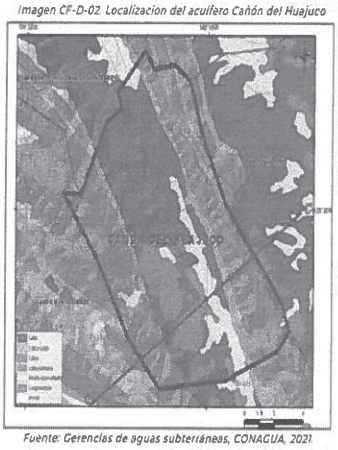
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Cañón del Huajuco (1911)

Se define como un acuífero de tipo libre a semiconfinado, heterogéneo y anisótropo, alojado en un medio granular y fracturado, constituido en la porción superior, por sedimentos aluviales, de pie de monte y conglomerados polimícticos, de granulometría variada, producto del intemperismo de rocas preexistentes, rellenando los valles, el cauce y el subálveo del Arroyo La Chueca. La porción interior se aloja en un medio fracturado, conformado por calizas arcillosas y lutitas calcáreas, que conforman a las formaciones Agua Nueva y San Felipe. Presentan permeabilidad secundaria y disolución, y presentan condiciones de confinamiento y confinamiento (CONAGUA, 2020).

Imagen CF-D-02. Localización del acuífero Cañón del Huajuco



Fuente: Gerencias de aguas subterráneas, CONAGUA, 2021.

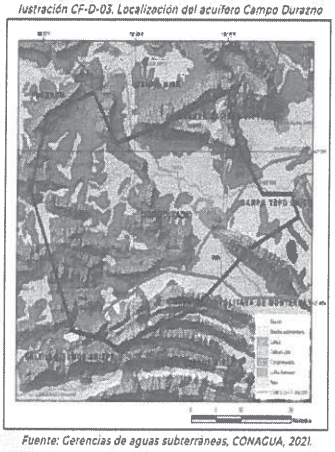
Se aplicó al acuífero el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprendida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

DMA = R – DNC -VEAS
DMA = 26.8 – 0.0 - 28.993882
DMA = -2.193882 hm3 anuales

Campo Durazno (1909)

En el valle predomina material aluvial y en el piedemonte los conglomerados, se encuentra constituido por rocas sedimentaria. Los suelos que predominan son de litosoles, en gran parte en la Sierra Madre Oriental. En la parte central existen suelos de xerosol, donde no tienen buena permeabilidad. Y de igual forma, pero en menor proporción en la zona norte y del valle, se tienen suelos de tipo regosol y Kastañozem (CONAGUA, 2020).

Ilustración CF-D-03. Localización del acuífero Campo Durazno



Fuente: Gerencias de aguas subterráneas, CONAGUA, 2021.

Se aplico al acuífero el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprendida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

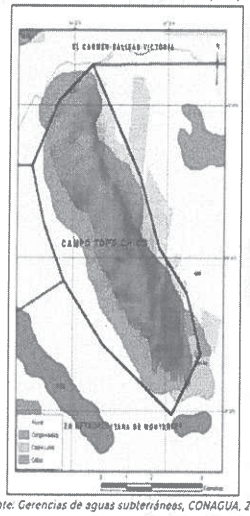
DMA = R – DNC -VEAS
DMA = 9.6 – 0.0 - 11.31890
DMA = -1.431890 hm3 anuales

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Campo Topo Chico (1910)

El acuífero se considera de tipo libre de captación, en las partes altas de calizas son áreas de alimentación y recarga, la infiltración del agua de lluvia conduce a la parte de las calizas confinadas debido a la formación de impermeables superiores e inferiores, de igual forma el acuífero se encuentra sobrepuesto a las rocas impermeables de la formación Taraises de la edad del Cretácico (CONAGUA, 2020).

Imagen CF-D-04. Localización del acuífero Campo Topo Chico



Fuente: Gerencias de aguas subterráneas, CONAGUA, 2021.

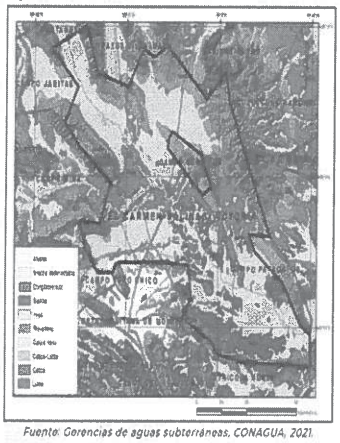
Se aplico al acuífero el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprendida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

DMA = R – DNC -VEAS
DMA = 3.5 – 0.0 - 3.23666
DMA = 0.26334 hm3 anuales

Carmen-Salinas-Victoria (1924)

Es un acuífero de tipo semiconfinado formado de lutitas arenosas calcáreas en las partes altas que forman las sierras dentro del área, en el sur de Monterrey y parte de la Sierra Madre Oriental son estructuras anticlinales, en donde las rocas más antiguas han quedado expuestas debido a la erosión de las rocas más jóvenes, en el valle se forman sinclinales rellenos por sedimentos arcillosos calcáreos o areno-arcillosos. En el noroeste y oeste se constituyen areniscas arcillosas debido a un cambio de facies (CONAGUA, 2020).

Imagen CF-05-5. Localización del acuífero El Carmen-Salinas-Victoria



Fuente: Gerencias de aguas subterráneas, CONAGUA, 2021.

Se aplico al acuífero el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprendida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

DMA = R – DNC -VEAS
DMA = 53.9 – 6.2 – 86.874265
DMA = -39.174265 hm3 anuales

Gobierno de Monterrey

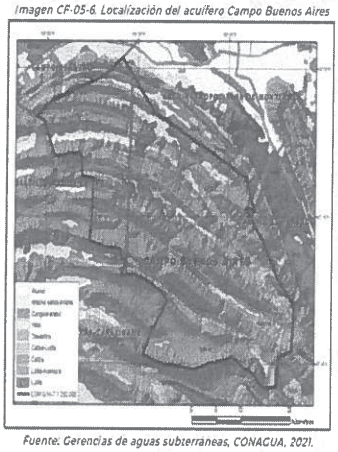
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Campo Buenos Aires (1907)

Es un acuífero de tipo libre, su formación estratigráfica es de rocas sedimentarias marinas, se forma de calizas acuíferas en las partes altas, y que además son zonas de alimentación y recarga, la infiltración del agua de lluvia se conduce a la porción donde las calizas se confinan debido a la formación impermeables superiores e inferiores (CONAGUA, 2020).

Imagen CF-05-6. Localización del acuífero Campo Buenos Aires



Fuente: Gerencias de aguas subterráneas, CONAGUA, 2021.

Se aplico al acuífero el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, que se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprendida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).

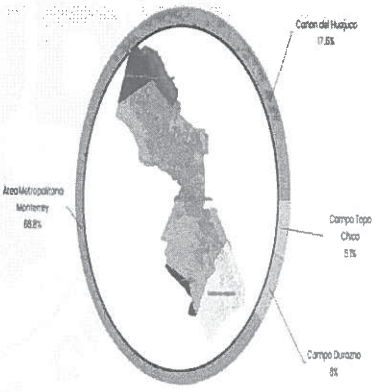
DMA = R – DNC -VEAS
DMA = 57 – 0.0 - 62.907758
DMA = -5.907758 hm3 anuales

La zona sur del municipio es la más importante en cuanto a recarga de acuíferos ya que se caracteriza por su alta permeabilidad y buena cobertura vegetal, dando como resultado la formación de dos tipos de causes, los permanentes secundarios y los permanentes principales. En los primeros se destacan El Calabozo, La Chueca, La Virgen, y en los segundos el Arroyo Elizondo y Arroyo Carpinteros.

De igual forma el municipio cuenta con cinco arroyos: Arroyo Topo Chico: que se localiza en el Topo Chico y Aztlán, y se extiende desde la avenida Bernardo Reyes hasta su desembocar en el río Pesquería. Arroyo Talaverna: localizándose a los límites con el municipio de San Nicolás de los Garza. Arroyo Seco: se encuentra en el distrito Garza Sada, en el sureste, siendo afluente del río La Silla. Arroyo Elizondo: localizándose en los límites de las delegaciones Sur y Huajuco, tiene una longitud aproximada de 8.3 km. Arroyo Carpinteros: Se encuentra en Carpinteros y Balcones, al sur del territorio, y tiene una longitud aproximada de 5.5 km. Los últimos dos arroyos se les clasifica como permanentes principales, ya que se caracterizan por tener un gran ancho y ser extensos, además de que llevan todo el tiempo agua.

En la siguiente imagen se señalan los acuíferos que tienen mayor extensión territorial sobre el municipio, esto señalándolo en cuanto a porcentaje de cobertura.

Imagen CF-05-7. Porcentaje de los acuíferos que predominan en el municipio de Monterrey



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de Gerencias de aguas subterráneas, CONAGUA, 2021.

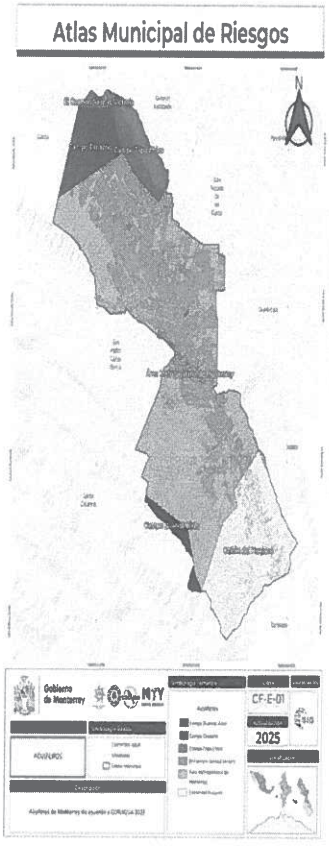
MTY AQUÍ SE RESUELVE

39

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



Aprovechamientos de agua

De acuerdo con el REPDA (2023) e INEGI (2024), el municipio cuenta con 400 aprovechamientos de agua. De los cuales se desprenden a 7 usos del agua como se muestra en la siguiente tabla:

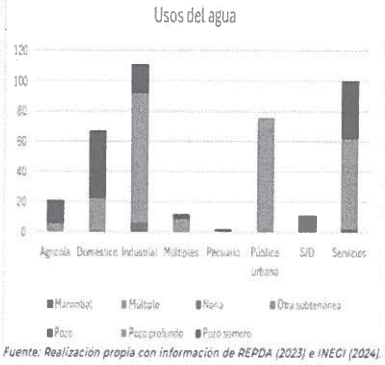
Tabla CF-E-01. Usos del agua.

Manantial						3		3
Múltiple				68				68
Noria		1	6				2	9
Otra subterránea			1				8	1
Pozo								8
Pozo profundo	6	22	85	9	1	8	60	191
Pozo somero	15	44	19	3	1		38	120

Fuente: Realización propia con información de REPDA (2023) e INEGI (2024).

De acuerdo con la Tabla y el Gráfico CF-E-01, se observa que el municipio destina la mayor parte del agua al sector industrial, seguido por el sector de servicios y el público urbano. En cuanto a los tipos de aprovechamiento, predominan los pozos profundos y los pozos someros, siendo los primeros los principales responsables del abastecimiento tanto del sector industrial como del de servicios.

Gráfica CF-E-01. Usos del agua.



Fuente: Realización propia con información de REPDA (2023) e INEGI (2024).

Gobierno de Monterrey

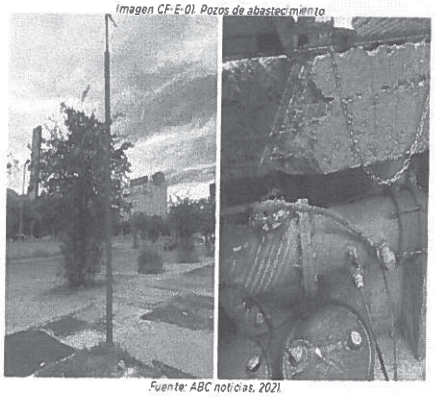
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Como se observa en el mapa CF-E-02, la mayor concentración de aprovechamientos de agua con uso doméstico se ubica en la zona sur del municipio, donde existe una mayor disponibilidad del recurso. En contraste, los aprovechamientos destinados al uso público urbano se localizan principalmente en la parte central del municipio. Por su parte, el uso industrial se concentra casi en su totalidad en esta misma zona, lo cual resulta congruente con la ubicación del área industrial municipal.

De los 400 aprovechamientos de agua, se tiene información del volumen de extracción anual concesionado de 389, dando un total de 47.29 hm^3, sin embargo, la recarga media anual es de 143.7 hm^3 por año

Imagen CF-E-01. Pozos de abastecimiento



Fuente: ABC noticias, 2021.

La zona sur y la zona nororiente concentran el mayor número de aprovechamientos de agua, correspondientes a los acuíferos Cañón de Huajuco y Área Metropolitana de Monterrey, respectivamente. Sin embargo, la recarga de ambos acuíferos depende directamente de la precipitación pluvial, que alcanza valores de 700 a 900 mm anuales en el primero y de 500 a 600 mm anuales en el segundo. Esta condición explica el déficit hídrico que presentan, estimado en -2.193882 hm^3 anuales para el acuífero Cañón de Huajuco y -12.385534 hm^3 anuales para el acuífero Zona Metropolitana de Monterrey.

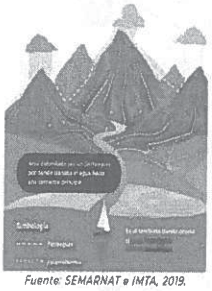


MTY AQUÍ SE RESUELVE

11.1.6. Cuencas y subcuencas

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, define una cuenca hidrográfica como la superficie terrestre delimitada por las elevaciones de terreno o "parteaguas" cuyas laderas escurren el agua hacia el cauce principal, hasta llegar a un punto en común donde se drena el agua y fluye hacia otro sitio. Se considera que una cuenca abarca un territorio mayor a 50,000 hectáreas (IMTA,2019); estas concavidades se han creado mediante las fuerzas tectónicas, la fuerza del agua, los tipos de suelos y la vegetación. Socialmente las cuencas son espacios geográficos donde los grupos y comunidades comparten identidades, tradiciones y cultura, y donde socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos renovables y no renovables (Senado de la República, 2018).

Imagen CF-06-I. Cuenca Hidrografica



Fuente: SEMARNAT e IMTA, 2019.

Para su mejor estudio, las cuencas hidrograficas se clasifican de la siguiente manera (IMTA, 2019):

Abierta o exorreica; cuencas con una o más salidas de agua hacia un caudal mayor o hacia un lago o hacia el mar, se dice que es "abierta" o "exorreica".

- Cerrada o endorreica; no tienen salida de agua, por lo regular dan origen a un lago, si el suelo es impermeable.
- Criptorreica; que fluyen subterráneamente, en suelos con cal que permiten una infiltración casi inmediata de la lluvia y la formación de corrientes subterráneas.
- Arreica; son aquellas donde el agua se evapora o filtran antes de encauzarse en una red de drenaje, un ejemplo son los arroyos y riachuelos.

Por otra parte, INEGI clasifica las aguas superficiales de México en tres niveles (INEGI-SIATL, 2010):

- Región hidrográfica: agrupa más de dos cuencas cuyas aguas fluyen a un cauce principal, en la república se contabilizan 37 regiones.
- Cuenca hidrográfica: los escurrimientos fluyen a una corriente principal o cuerpo de agua, se catalogan 158 unidades.
- Subcuenca hidrográfica: es una subdivisión de cuenca, que presenta características particulares de escurrimiento y extensión, en el país hay 976 subcuencas.

De acuerdo con el "Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos" (2009) e INEGI (2001), el municipio de Monterrey se ubica en la cuenca R. Bravo-San Juan, que se destaca por ser muy importante para el Área Metropolitana de Monterrey. Además, dentro del área se hayan tres subcuencas hidrológicas, la de Río Monterrey, Río Pesqueria y Río San Juan, esta última es una de las principales corrientes para la cuenca, al igual que Río Pesqueria ya que descarga en el Río Bravo.

Tabla CF-06-I. Regiones, Cuencas y Subcuencas Hidrológicas de Monterrey

Bravo-Conchos	RH24	R. Bravo - San Juan	RH24B	R. Monterrey	RH24BF	48.22%	16,347
				R. San Juan	RH24BE	16.85%	5,715
				R. Pesqueria	RH24BC	34.92%	11,838

Fuente: Conjunto de datos vectoriales Hidrografía. INEGI 2001.

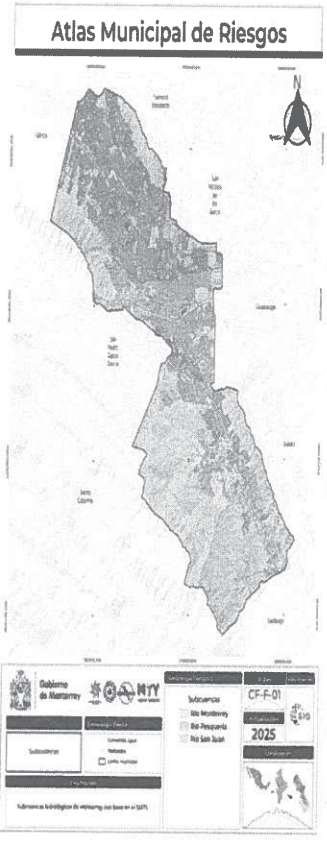
De acuerdo con los datos del Capítulo 1.7.1.7 Climatología, la zona sur, que comprende la cuenca del río San Juan, recibe los mayores volúmenes de precipitación del municipio. Como resultado, los drenajes en esta área conducen grandes cantidades de agua de manera simultánea, generando cauces con alto aporte hídrico que desembocan principalmente en las zonas más bajas del valle, que a su vez son las zonas donde se localizan los asentamientos humanos. como se muestra en el mapa CF-F-02.

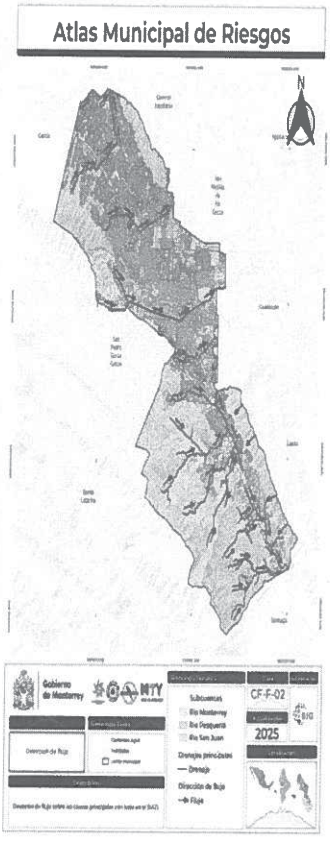
En contraste, en la zona central y norte del municipio, en las subcuencas Río Monterrey y Río Pesquería, los volúmenes de precipitación son menores, por lo que el agua acumulada en los drenajes se concentra principalmente en los grandes cauces, como el río Santa Catarina y el río Pesquería, los cuales tienen una dirección de flujo transversal oeste-este. como se muestra en el mapa CF-F-02.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





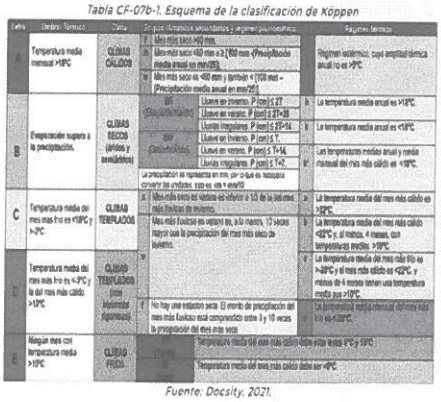
MTY AQUÍ SE RESUELVE

43

11.1.7. Clima

La clasificación de Köppen se ha usado en el país por instituciones como INEGI y CONABIO, en el cual se organizan por grupos, tipos, subtipos y variante climáticas. Los grupos climáticos originales de Köppen son los A cálidos húmedos tropicales, los B subdivididos en los subtipos BW secos desérticos y BS secos esteparios, los C templados, los D templados fríos, y los E subdivididos en los ET fríos de tundra o páramos y los EF muy fríos con nieves permanentes. Los regímenes de lluvia posibles en México son con lluvias en verano (w), abundantes todo el año (f), escasas todo el año (x'), y con lluvia en invierno (s). La combinación de grupo climático y régimen de lluvia forma los tipos de clima (CCPY, 2020).

Tabla CF-07b-1. Esquema de la clasificación de Köppen



Fuente: Docsity, 2021.

De acuerdo con clasificación de Köppen en el municipio se cuentan con cinco climas diferentes, donde el predominante es el semiseco semicálido BSlhw presente en la región centro hasta una parte del sur, con un área de cobertura de 18,783.06 hectáreas, y un porcentaje de 55.92 % para el municipio. En la siguiente tabla se describen los cinco tipos de clima que componen el municipio de Monterrey, así como su área, porcentaje y descripción.

Gobierno de Monterrey

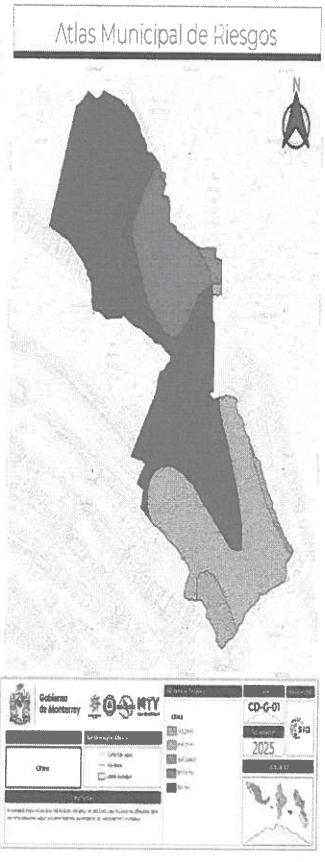
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CF-07b-2. Tipos de Climas de Monterrey

BSh'hw	167830.6	55.92	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menos de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
(A)C(wo)	8442.498	1.07	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menos de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C con precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
BS1(h')w	4618.458	13.74	Semiárido cálido, temperatura anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C, con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
(A)C(w1)	1342.951	25.25	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menos de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C con precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y 55% porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
(A)C(wo)x'	361.8489	3.99	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menos de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C con precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

Fuente: Conjunto de datos, García, E., CONABIO. Climas. 2001. Escala 1:1000000.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

45

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

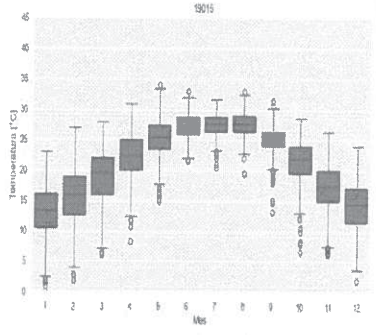
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos

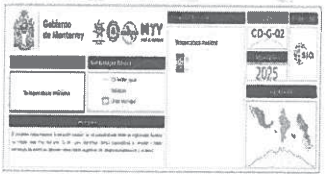
Temperatura

Monterrey se caracteriza por ser uno de los lugares más calurosos de México donde sus meses más cálidos son junio, julio, agosto. La temperatura media anual presente en Monterrey conforme a los datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) va de los 24 a los 25 °C. La temperatura media oscila entre los 18 y 24 °C grados, en cuanto a la temperatura media mensual se registra en agosto 28 a 29 °C y la mínima registrada en el mes de enero se encuentra entre los 14 y 15 °C.

Las estaciones del año se encuentran bien delimitadas; el verano comienza a finales de junio y finaliza en septiembre, donde el mes más caluroso es agosto con una temperatura promedio de 34 °C, para invierno las temperaturas son muy bajas llegando hasta los 0 °C, dónde enero es el mes más frío del año.







Gobierno de Monterrey

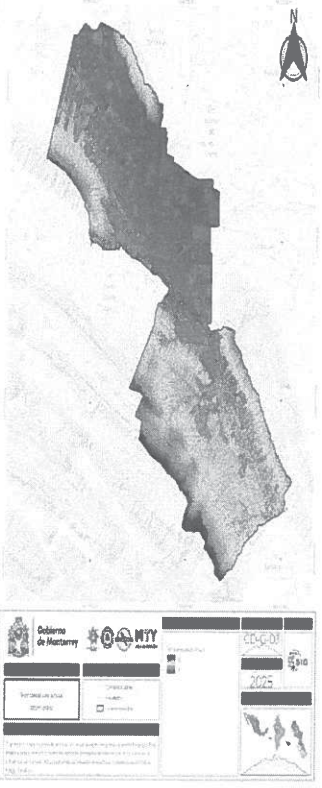
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

47

Gobierno de Monterrey

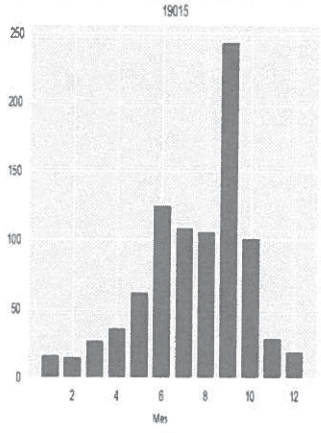
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Precipitaciones

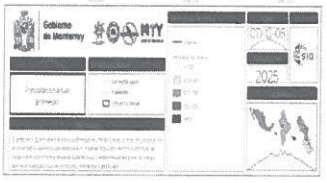
Monterrey tiene pocas precipitaciones a lo largo del año, las cuales son alrededor de 600 mm a 1000 mm anuales, estas se presentan entre los meses de mayo a octubre, siendo septiembre el mes más lluvioso con una precipitación total de 170 a 190 mm anuales, mientras que los meses menos lluviosos son diciembre y enero con valores de 15 a 20 mm.

Imagen CF-F-03 Distribución anual de la precipitación en Monterrey.



Atlas Municipal de Riesgos





48

MTY AQUÍ SE RESUELVE

11.1.8. Uso de suelo y vegetación

El Uso de Suelo y Vegetación constituye un elemento fundamental en la planeación territorial, ya que permite identificar la forma en que los diferentes espacios del territorio nacional están ocupados y aprovechados. Dicho concepto integra la distribución del suelo agrícola, la vegetación natural e inducida, así como los usos pecuarios, forestales, urbanos y otros que se presentan en el espacio geográfico (INEGI, 2014). Este tipo de información resulta clave para comprender la dinámica ambiental y socioeconómica de los municipios, ya que proporciona un diagnóstico del estado actual del territorio y sirve como base para la toma de decisiones en materia de ordenamiento ecológico, manejo forestal y políticas de conservación (CONABIO, 2016; CONAFOR, 2020).

En el municipio de Monterrey se reconocen ocho tipos de uso de suelo y vegetación: Asentamientos Humanos, Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, Matorral Desértico Rosetófilo, Matorral Submontano, Pastizal Cultivado, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Submontano. Entre ellos, las zonas urbanas destacan como la cobertura de mayor extensión, con una participación aproximada del 59% de la superficie municipal, lo que refleja un proceso de expansión urbana acelerada y la consecuente presión sobre los ecosistemas circundantes.

Por otro lado, la presencia de bosques de encino y encino-pino, así como de matorrales desérticos y submontanos, representa una riqueza ecológica de gran relevancia, pues estas coberturas albergan una alta diversidad biológica y cumplen funciones esenciales en la regulación climática, la captura de carbono y la provisión de servicios ecosistémicos (SEMARNAT, 2018). No obstante, buena parte de estas superficies presentan procesos de fragmentación y sustitución por vegetación secundaria, principalmente a causa de la actividad urbana y agropecuaria, lo que implica un reto en términos de restauración y conservación ambiental.

En este sentido, la identificación y clasificación de los usos de suelo y vegetación no solo permiten cuantificar la superficie ocupada por cada cobertura, sino también analizar los patrones de cambio y evaluar la sostenibilidad del desarrollo urbano frente a la conservación de los recursos naturales.

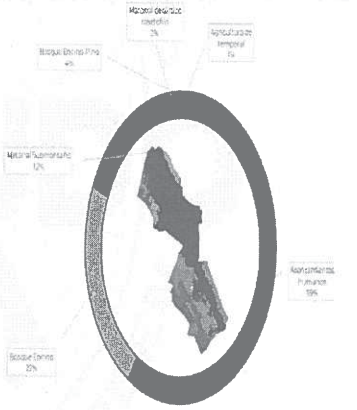
Tabla CF-H-01. Uso de suelo y vegetación de Monterrey

AH	Asentamientos humanos	59
BE	Bosque de encino	22
BEP	Bosque de encino-pino	4
MDR	Matorral desértico rosetófilo	2
MS	Matorral submontano	12
TA	Agricultura de temporal	1

Fuente: Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:50000. Serie VII. Conjunto Nacional 2018.

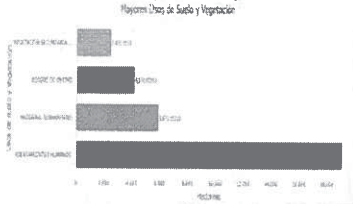
En la siguiente imagen se muestra la distribución de porcentajes que se tiene de cada uso de suelo y vegetación dentro del municipio.

Imagen CF-08-I. Uso de suelo y vegetación en el municipio de Monterrey



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de la capa de Uso de Suelo y Vegetación de CONAFOR, 2018

Gráfica CF-H-01. Representa los Usos de Suelo y Vegetación mayoritarios en el municipio de Monterrey



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de la capa de Uso de Suelo y vegetacion de Conabio.

A continuación, se describen las características de la vegetación localizada dentro del municipio de acuerdo con la "Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación" (INEGI, 2017).

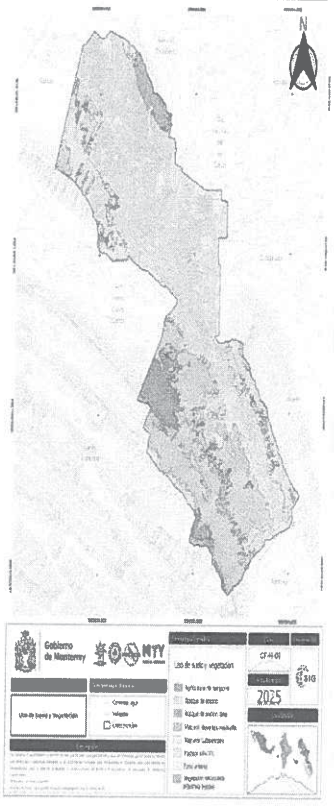
- Bosque de encino: son característicos por la predominancia del género Quercus, mantienen climas cálidos, templados húmedos y subhúmedos a secos. Este tipo de vegetación se encuentra desde el nivel del mar hasta los 3,000 msnm, y mayormente se les encuentra sobre la exposición norte y oeste.
- Bosque de encino-pino: pertenece a los bosques templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, preferentemente se distribuyen en los sistemas montañosos (Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur). Son importantes por la coexistencia de los géneros de encino (Quercus) y pino (Pinus), formando así bosques mixtos.
- Matorral desértico rosetófilo: Se localizan en el centro, norte y noroeste del país, sobre zonas áridas y semiáridas. Algunas de las especies que ahí se desarrollan se les considera de importancia económica, como el agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica, Yucca carnerosana, etc.
- Matorral submontano: estos se encuentran entre los bosques de encino y selvas bajas, presentan vegetación arbustiva o arbórea baja no espinosa, y en algunas ocasiones algunos espinosos, caducifolios. Se ubican al oriente de las Mesas del Norte y Central y en la Sierra Oriental, en altitudes de 1,500 a 1,700 m, principalmente en las laderas bajas de las vertientes de la Sierra Madre Oriental.
- Pastizal inducido: son producto del desmonte de cualquier tipo de vegetación, donde predominan la presencia de gramíneas y graminoides. Estos pastizales en ocasiones corresponden a una fase de sucesión normal de comunidades vegetales, por lo general algún bosque o matorral, debido a las practicas intensivas de pastoreo y de fuegos periódicos. O bien pueden no ser parte de una sucesión normal, sino causa de algún disturbio, como la tala, incendios, pastoreo, etc.
- Agricultura de temporal: este tipo de agricultura depende del agua de lluvia, de acuerdo con la cantidad de precipitación y de la capacidad de retención de agua del suelo. Y para que una zona sea clasificada con este tipo de vegetación debe permanecer sembrada al menos un 80% del ciclo agrícola. Puede ser un monocultivo o policultivo, de igual forma pueden combinarse con pastizales o con zonas de riesgo.
- Zona urbana: se clasifica como un terreno no forestal, y además existe un agrupamiento de construcciones permanentes, esto de acuerdo con una traza urbana, asociándole un nombre.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



11.1.9. Áreas Naturales Protegidas

Las áreas Naturales Protegidas (ANP) son grandes zonas naturales que no han sido significativamente afectadas por la actividad humana, o que han sido rescatadas del embate de ésta. En estos sitios se resguarda el equilibrio ecológico y la diversidad genética y biológica. A continuación, se describen las categorías de Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal decretadas por el Diario Oficial de la Federación a través de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988, con su última reforma en abril de 2022. en dicho documento señala cada categoría:

- Reservas de la biósfera: actualmente las reservas de la biósfera constituyen la categoría más importante en el sistema de áreas protegidas del país por su amplitud y versatilidad en el diseño del manejo de estas. Se establecen reservas de la biósfera en lugares que representen la diversidad de ecosistemas del país. También se toma en cuenta la representatividad en cuanto a la diversidad biológica y la presencia de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Es posible la presencia de asentamientos humanos dentro del área protegida, toda vez que estuvieran establecidos previamente a la declaratoria del área, debido a que la tenencia de la tierra no se modifica.
- Parques nacionales: se establecen en sitios con ecosistemas que tengan principalmente belleza escénica, valor histórico, científico, educativo, recreacional, que conserven flora y fauna especial y, sobre todo, que tengan aptitud para el desarrollo turístico. En cuanto a su zonificación, puede haber zonas núcleo de protección y de uso restringido, y zonas de amortiguamiento con subzonas de uso tradicional, de uso público y de recuperación.
- Monumentos naturales: se establece en sitios puntuales que contienen elementos naturales con un valor excepcional de tipo estético, histórico o científico. En estos casos hay un régimen de protección absoluta; es decir, no se permite ningún tipo de aprovechamiento de tipo extractivo. Estos sitios, al ser puntuales, no cuentan con la superficie que se requeriría para ser incluidos en otras categorías de manejo. La zonificación permite zonas núcleo de protección y uso restringido y zonas de amortiguamiento de uso público y de recuperación.
- Áreas de protección de recursos naturales: esta es una categoría no muy precisa en su definición, incluye áreas que no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de la LGEEPA. Es decir, cualquier área dedicada a la preservación y protección de suelos, cuencas, aguas y recursos naturales de terrenos forestales, mientras no estén en alguna otra categoría de área natural protegida.
- Áreas de protección de flora y fauna: a diferencia de las otras ANP, para esta categoría la propia LGEEPA establece que se deben tomar en cuenta los criterios y disposiciones

MTY AQUÍ SE RESUELVE

51

de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables (DOF, 2013). El enfoque principal de estas áreas es hacia la conservación de especies. El objetivo es conservar los hábitats donde viven, se desarrollan y evolucionan las especies de flora y fauna silvestres.

- Santuarios: los santuarios son áreas que, aunque no necesariamente son tan puntuales como los monumentos naturales, se destacan por mantener una alta riqueza de especies o especies de distribución restringida en sitios delimitados. Ello incluye cañadas, relictos, cuevas, cenotes, caletas y otras unidades geográficas específicas. La zonificación incluye zonas núcleo de protección y de uso restringido, y zonas de amortiguamiento de uso público y de recuperación.
- Áreas protegidas no federales: predios particulares, ya sean privados, ejidales o comunales, pueden ser destinados voluntariamente a la conservación cuando cumplan con las características de alguna de las categorías de conservación de nivel federal o provean servicios ambientales.
- Zona sujeta a conservación ecológica: aquellas que contienen muestras representativas de uno o más ecosistemas en buen estado de preservación y que están destinadas a proteger los elementos naturales y procesos ecológicos que favorecen el equilibrio y bienestar social.
- Zona de protección hidrológica y ecológica: se establecen para la protección, preservación y restauración de sistemas hídricos naturales, así como su fauna, flora, suelo y subsuelos asociados.
- Los refugios de vida silvestre: constituyen el hábitat natural de especies de fauna y flora que se encuentran en alguna categoría de protección especial o presentan una distribución restringida.
- Reserva ecológica comunitaria: establecidas por pueblos, comunidades y ejidos en terrenos de su propiedad destinadas a la preservación, protección y restauración de la biodiversidad y del equilibrio ecológico, sin que se modifique el régimen de propiedad.
- Zona ecológica y cultural: son aquellas con importantes valores ambientales y ecológicos, donde también se presentan elementos físicos, históricos o arqueológicos o se realizan usos y costumbres de importancia cultural.
- Zonas de Protección Especial: se localizan en suelo de conservación y que tienen la característica de presentar escasa vegetación natural, vegetación inducida o vegetación fuertemente modificada y que por su extensión o características no pueden estar dentro de las otras categorías de áreas naturales protegidas, aun cuando mantienen importantes valores ambientales.

En el municipio de Monterrey se tienen dos Áreas Naturales Protegidas de nivel federal. la primera se denomina "Cumbres de Monterrey" y fue declarada en la modalidad de Parque Nacional el 17 de noviembre del 2000, en el Diario Oficial de la Nación. El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) abarca 177,395.95 hectáreas, de las cuales 1,187 hectáreas pertenecen a Monterrey. Conserva 1,368 especies entre flora y fauna, varias categorizadas como en peligro de extinción, amenazadas, endémicas o bajo protección especial.

En cuanto al tipo de vegetación predominan bosques de pino y encino, al igual que pastizales y diversas composiciones florísticas en ríos y cañadas. Para la parte faunística se pueden encontrar coyotes, pumas, tejones, mapaches, venados Cola Blanca, tlacuaches, armadillos, jabalís, la zorra Gris, la cotorra Serrana Oriental, el carpintero Arlequín, el pato Arcoíris, el halcón Pálido, el halcón Peregrino y el Jilguero Americano. Se considera importante para el municipio de Monterrey, ya que produce aproximadamente el 70% del agua que consume la ciudad. Además, se pueden realizar distintas actividades ecoturísticas, como la práctica de bicicleta de montaña, rappel, entre otras (SEMARNAT,2016).

Por otra parte, Fueyo-Mac Donald (2013) menciona que entre las principales amenazas que enfrenta el PCNM y que pueden poner en riesgo el trabajo de conservación de este, se encuentran los siguientes factores:

a) El crecimiento urbano que continúa amenazando el polígono del parque y su zona de influencia;
b) El desarrollo de actividades recreativas y turísticas que desbordan la capacidad de control y rebasan las restricciones establecidas;
c) La inseguridad;
d) Problemas de sanidad forestal;
e) Problemas con los residuos sólidos e
f) Incendios forestales.

Estos seis problemas destacan como los más urgentes de atender para contener la degradación de los ecosistemas y proteger su biodiversidad.

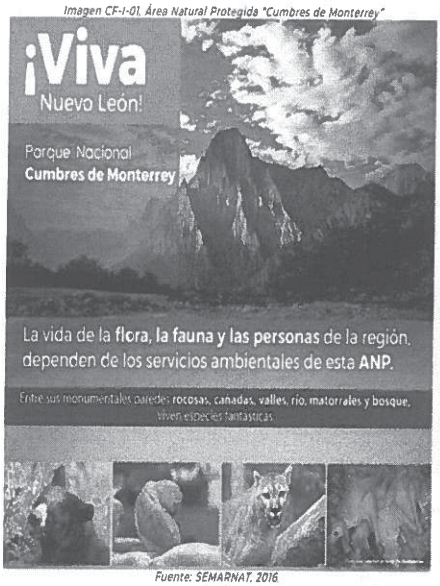
Asimismo, Fueyo-Mac Donald (2013) establece que este parque nacional, como en general las ANP existentes, contribuyen de manera sustancial a la conservación de la biodiversidad y a mantener los servicios ambientales, todo lo cual genera beneficios locales, como la posibilidad de contar con agua, la cual es necesaria para el desarrollo de las actividades productivas de Monterrey y beneficios globales, como la posibilidad de mitigación del cambio climático.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen CF-I-01. Área Natural Protegida "Cumbres de Monterrey"

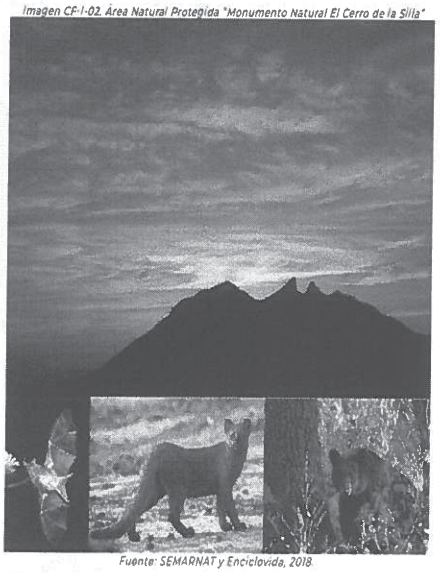


Fuente: SEMARNAT, 2016.

La segunda ANP, se denomina "Cerro de la Silla", misma fue declarada en la modalidad de Monumento Natural el 25 de abril de 1991, conforme a lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Medio Ambiente, además de ser la primera área natural protegida en adquirir esa categoría. El Monumento Natural se localiza en la Región Hidrológica del Río Bravo, y presenta suelos áridos y vegetación semidesértica, cuenta con un total de 6,039.4 hectáreas, abarcando 1187 hectáreas en el municipio de Monterrey. Alberga especies de mamíferos, tales como el murciélago trompudo o lengüilargo, el jaguarundi, el oso negro y la ardilla de las rocas. En el sitio se cuentan con actividades turísticas-recreativas y comerciales, que son autorizadas por la SEMARNAT, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (SEMARNAT, 2018).

Este Monumento Natural, en conjunto con la Sierra de la Silla se encuentran amenazadas por el desarrollo urbano, las actividades humanas (agricultura, ganadería y turismo) que ponen en peligro la biodiversidad y la integridad del ecosistema al generar meta poblaciones de especies nativas empobrecidas genéticamente. Por lo que se hace necesario la conservación de las especies, el equilibrio de las comunidades y/o ecosistemas, evitar la fragmentación del hábitat y apoyar los planes de manejo de ambas áreas naturales protegidas y la propuesta de unificar las dos ANP en una sola de mayor jerarquía para mantener el corredor biológico entre el Monumento Natural Cerro de la Silla (Federal) y Sierra la Silla (Estatal) con la Sierra Madre Oriental (García, y otros, 2013).

Imagen CF-I-02. Área Natural Protegida "Monumento Natural El Cerro de la Silla"



Fuente: SEMARNAT y Enciclovida, 2018.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

53

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

En la tabla CF-09-I se muestran las ANP Federales del municipio con su categoría, así como la superficie total y dentro del municipio con su respectivo porcentaje que se abarca en Monterrey.

Tabla CF-I-01. Áreas Naturales Protegidas Federales del municipio de Monterrey

Cumbres de Monterrey	Parque Nacional	177,395.95	8,068	23.79
Cerro de la Silla	Monumento Natural	6,039.4	1,187	3.5

Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2025). Realizado por Soluciones SIG, S.A. de C.V., 2025.

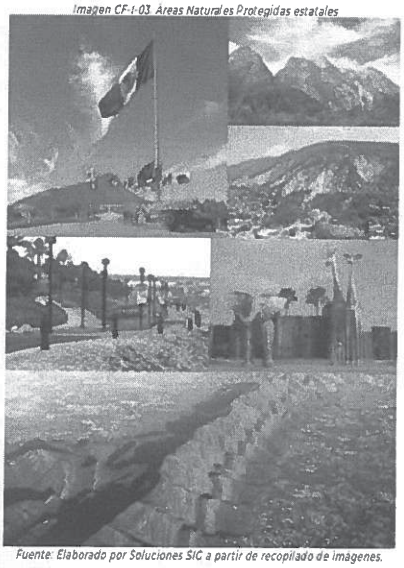
El municipio también cuenta con seis Áreas Naturales Protegidas de nivel estatal, las cuales son Sierra de Las Mitras como sujeta a conservación ecológica, Cerro El Topo Chico sujeta a conservación ecológica, Cerro del obispado como parque público, Parque Lineal como parque urbano y Sierra Cerro de la Silla como zona sujeta a conservación ecológica (CONABIO, 2015).

Tabla CF-I-02. Áreas Naturales Protegidas Estatales del municipio de Monterrey

Sierra Las Mitras	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	3,326.24	1,157.91	3.57
Cerro El Topo	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	1,091.22	674.16	2.08
Sierra Cerro de la Silla	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	10,511.77	207.41	0.64
Parque Lineal	Parque Urbano	671.19	196.37	0.61
Nuevo Parque Ecológico La Pastora	Parque Urbano	142.48	61.83	0.19
Cerro del Obispado	Parque Público	16.22	18.79	0.06

Fuente: Geo portal de la CONABIO (2020). Realizado por Soluciones SIG, S.A. de C.V., 2025.

Imagen CF-I-03. Áreas Naturales Protegidas estatales



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de recopilado de imágenes.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



11.1.10. Servicio Ecosistémicos

Hablar de los ecosistemas es hacer notar la importancia de la biodiversidad del planeta, pues dentro de dichos espacios se desarrollan ciclos naturales y/o biológicos que sustentan la vida en la Tierra. Además, los ecosistemas dan espacio a una diversidad de especies de flora y fauna; de manera que, en conjunto con los procesos naturales del planeta, funcionan como un sistema diverso y diferente a los demás sistemas.

El buen funcionamiento de los ecosistemas es crucial porque en cada uno se lleva a cabo una constante interacción entre las especies y el medio, como resultado, hay flujo de materia y energía en el ecosistema (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2022). Esto brinda diferentes bienes y servicios no solo para el planeta, sino también para el ser humano, por ejemplo, los ecosistemas producen alimentos, agua, combustible y madera, o suministran servicios como el agua, purificación del aire, la polinización, entre otros. (Alianza B@UNAM, 2024)

A dichos bienes y servicios se les conoce como servicios ecosistémicos, los cuales se dividen en cuatro tipos de servicio. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2025), menciona que estos tipos de servicio se dividen en cuatro: de apoyo, de aprovisionamiento, de regulación y culturales.

Tabla CF-J-01. Definición de los tipos de servicios ecosistémicos

Servicios de apoyo	Son los espacios vitales para especies de flora y fauna y de su conjunto de procesos, por ejemplo: la riqueza genética de un ecosistema o el hábitat de especies.
Servicios de aprovisionamiento	Son aquellos beneficios materiales que se obtienen de los ecosistemas, como el agua o los alimentos.
Servicios de regulación	Son aquellos procesos que se derivan de los ecosistemas (no tangibles), por ejemplo, la regulación del clima.
Servicios culturales	Son beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas y que enriquecen la vida, la identidad cultural, la recreación o valores estéticos y religiosos.

Fuente: SEMARNAT, 2021 y Alianza B@UNAM, 2024. Realizado por Soluciones SIG, S.A. de C.V., 2025

Para llegar a conocer los servicios ecosistémicos presentes en el municipio de Monterrey, primero es importante saber los ecosistemas. Con base en la CONABIO (2025), se utilizó la clasificación de los ecosistemas que maneja y se relaciona con el uso de suelo y vegetación; teniendo como resultado una reclasificación de dichos espacios.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

55

Por lo tanto, en el municipio de Monterrey predominan sólo dos ecosistemas: bosques templados y matorrales. Este último ocupa la mayor extensión en el municipio, pues los matorrales abarcan un 24.48% del territorio.

Tabla CF-J-02. Superficie ocupada por cada ecosistema en el municipio de Monterrey

Bosques templados	60.37	37.80%
Matorrales	83.02	24.48%
Total de superficie abarcada por los ecosistemas	143.39 km2.	42.28%

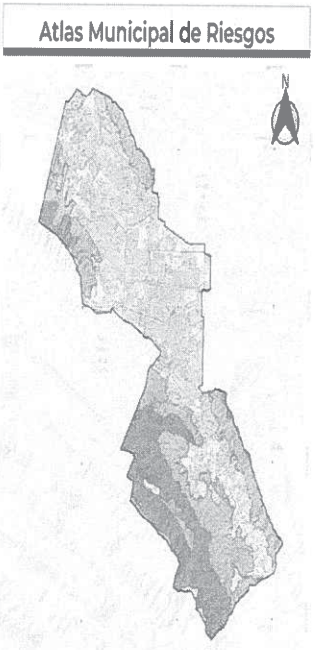
Fuente: Uso de suelo y vegetación, Serie VII, GEOPORTAL, (2021), Ecosistemas de México, Conabio (2025). Realizado por Soluciones SIG, S.A. de C.V., 2025.

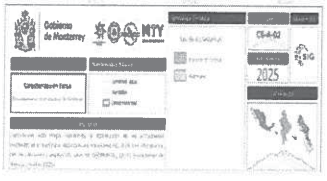
Ambos ecosistemas tienen una vegetación específica, esto se sabe gracias al uso de suelo y vegetación del INEGI. En el ecosistema de bosques templados se encuentran los bosques de encino y bosques de encino-pino, mientras que el ecosistema de matorrales tiene al matorral submontano y la vegetación secundaria arbustiva de este tipo de matorral. La predominancia de ambos sistemas favorece a la flora y fauna existente en el municipio de Monterrey; para ello, en la siguiente tabla se muestran los servicios ecosistémicos que brinda a la población.

Tabla CF-J-03. Servicios ecosistémicos en el municipio de Monterrey

Bosques templados	Dada la flora y fauna de este ecosistema, facilita la retención de agua de lluvia, la infiltración al subsuelo y la recarga de acuíferos. Evita el riesgo por inundaciones ya que disminuye la erosión al reducir la velocidad del agua. Los bosques templados también capturan el dióxido de carbono por medio de la fotosíntesis. Ofrecen hábitats distintos para la variedad de especies, y proveen productos derivados de la madera.	Servicios de aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales.
Matorrales	Regulan los nutrientes, la polinización, el control biológico, el habitat, así como el refugio y criadero de especies endémicas. También aportan a la producción de alimentos, combustibles, textiles y plantas ornamentales. Brindan soporte a actividades culturales, científicas y educativas, así como por su valor estético.	Servicios de aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales.

Fuente: Ecosistemas de México, Conabio (2025), Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies, The Royal Society (2010). Realizado por Soluciones SIG, S.A. de C.V., 2025.





11.2. Caracterización de los elementos sociales y demográficos

En el siguiente apartado se desarrolla información referente a las principales características sociales y demográficas del municipio de Monterrey. Para ello se consultaron datos provenientes de fuentes oficiales, tales como el Censo de población y vivienda 2010 y 2020, ambas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Además, se complementó con información de instituciones dedicadas a realizar estudios sociodemográficos y que toman como base los datos de INEGI, como el Consejo Nacional de Población (CONAPO), entre otras fuentes.

La caracterización otorga un panorama de las principales condiciones de la población y sus viviendas, de las distintas localidades rurales y manzanas urbanas del territorio municipal. Esta información es conveniente para estimar la vulnerabilidad físico-social ante distintos peligros y así crear diferentes escenarios de riesgo presentes en Monterrey.

11.2.1. Dinámica demográfica

El municipio de Monterrey cuenta con una población de 1,142,994 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI 2020 donde 564,805 son hombres y 578,189 son mujeres. La población de Monterrey representa el 19.76% respecto de la población total del estado de Nuevo León que es de 5,784,442 personas, siendo el municipio más poblado de la entidad.

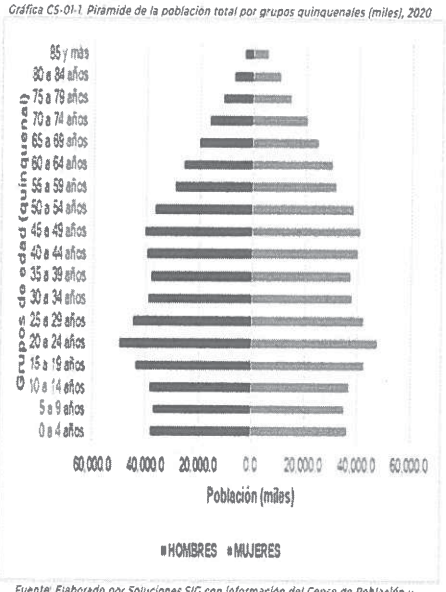
Tabla CS-01-1. Población de Monterrey 2010, 2020

Año	Total	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
2010	1,135,550	561,696	49.46%	573,894	50.54%
2020	1,142,994	564,805	49.41%	578,189	50.59%

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020, INEGI.

La siguiente pirámide poblacional muestra por grupos quinquenales el comportamiento demográfico del municipio. Se puede apreciar que la población femenina es ligeramente mayor con respecto a la masculina a partir de los 55 años, en cambio desde los 5 a 29 años la población masculina es ligeramente mayor. El grupo quinquenal con mayor población es de 20 a 24 años. La pirámide muestra un comportamiento progresivo, lo que indica una estructura de población joven y con perspectivas de crecimiento.

Gráfica CS-01-1. Pirámide de la población total por grupos quinquenales (miles), 2020



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

11.2.2. Proyección al 2030

De acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población (CONAPO), la población de Monterrey hacia el año 2030 habrá aumentado cerca del 17.26% con respecto a las cifras del 2020, para alcanzar la cifra de 1,340,264 habitantes (CONAPO, 2019).

En la siguiente tabla se muestra por periodos de 5 años, los datos poblacionales que se han presentado de 2010 a 2020 junto a las proyecciones estimadas por CONAPO para 2025 y 2030. Además, las gráficas permiten observar la dinámica poblacional del municipio, cuya tendencia se encuentra en crecimiento.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

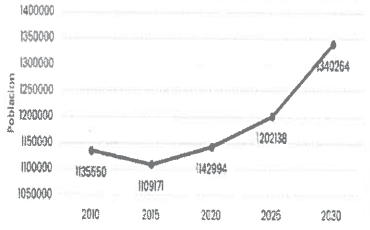
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-01-2. Población 2010-2020 y proyecciones 2025-2030

	2010	2015	2020	2025	2030
Hombres	581,656	544,603	564,805	587,683	653,077
Mujeres	573,894	564,568	578,189	614,469	687,187

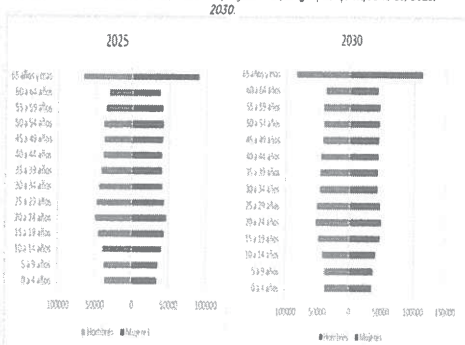
Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con base en la información del censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010; de la Encuesta Intercensal 2015; y de las Proyecciones de la Población de los municipios de México, 2015-2030. CONAPO.

Gráfica CS-01-2. Proyección demográfica 2010-2030



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con base en la información del Censo de Población

Gráfica CS-01-3. Pirámides de la población proyectada por grupos quinquenales, 2025, 2030.



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información de las Proyecciones de la Población de los municipios de México, 2025-2030, CONAPO

Al observar las gráficas se identifica que los estratos poblacionales de grupos más jóvenes presentan poco crecimiento en comparación con los grupos de mayor edad para los cuales se espera un mayor incremento por lo que la población se encuentra en un proceso paulatino de envejecimiento.

Conforme a los datos de CONAPO, se espera en el 2025 y 2030 un incremento en la población del municipio, sobre todo el grupo entre 20 a 24 años, con una estimación en 2030 de 53,140 hombres y 49,859 mujeres. La población femenina es la que tiene una estimación mayor de crecimiento, sobre todo en grupos de edad mayor a 40 años. En contraste, hay una disminución de la natalidad, en 2015 se registraron 28,300 nacimientos, mientras que en 2021 se registraron 20,572, el número promedio de hijos por mujer es de 1.2.

Además, gracias al aumento en la calidad de vida, la esperanza de vida de una persona ha aumentado, en 2020 Monterrey tenía una esperanza de vida de 75.9 años, para el 2022, la esperanza de vida al nacer fue de 76.2 años para la población total, 73.2 años para hombres y 79.3 años en mujeres (INEGI, 2022); por tanto, la población de mayores edades continua creciendo. La estimación de la población favorece a la planificación de políticas y acciones orientadas a anticipar requerimientos sociales como salud, educación, empleo, vivienda, infraestructura, entre muchos más.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Atlas Municipal de Riesgos

11.2.3. Distribución y densidad de la población

La distribución demográfica dentro de Monterrey es bastante homogénea ya que la población se agrupa sobre todo en la zona urbana, en la parte norte y centro. Solo en la localidad urbana de Monterrey se concentra el 99.9% de toda la población municipal con 1,142,952 habitantes. En contraste del resto de las localidades que presentan menos de 25 habitantes (INEGI, 2020).

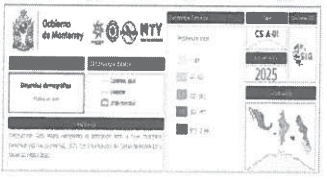
Tabla CS-01-3. Población total, masculina y femenina del municipio de Monterrey

Monterrey	1'142,952	564,780	578,172
Santa Cruz	14	9	5
**El Castaño	13	6	7
**El Castaño	11	*	*
Localidades de dos viviendas	11	*	*
Localidades de una vivienda	4	*	*
Cañadas del Sur	2	*	*
Los Nogales		*	*
El Arroyo		*	*

*Fuente: elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI. * Datos reservados por confidencialidad. ** INEGI contempla dos localidades denominadas El Castaño.*

En cuanto a la distribución de población por delegación, se puede observar que la Norte es la zona que presenta mayores concentraciones de población, para el año 2020 reunía un total de 472,802 habitantes, donde solo el distrito de San Bernabé concentraba 206,693 personas. En segundo lugar, se encuentra la delegación Sur albergando un total de 252,208 habitantes cuyo distrito Garza Sada es el más poblado con un total de 84,066 habitantes. La delegación poniente se encuentra en tercer lugar en cuanto a cantidad de población con un total de 213,452 habitantes.





MTY AQUÍ SE RESUELVE

59

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

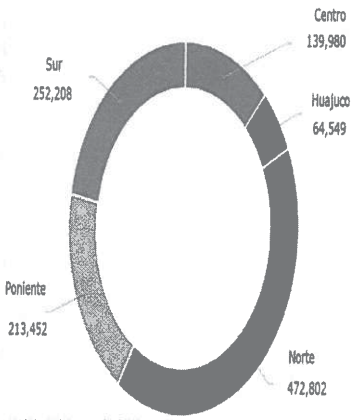
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-01-4. Población total por delegación y distrito 2020

Centro	139,980
Centro	22,953
Industrial Moderna	6,6711
Mitras Centro	42,712
Obispado	8,204
Huajuco	64,549
El Barro	2,382
El Uro	8,876
La Bola	2197
La Estanzuela	29,017
Los Cristales	4,610
Monumento Cerro de la Silla	4,074
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	1,768
Valle Alto El Diente	11,625
Norte	472,802
Cerro del Topo Chico	46
Ciudad Solidaridad	114,887
Mitras Norte	28,385
San Bernabe	206,693
Valle Verde	122,791
Poniente	213,452
Cerro de las Mitras	443
Cumbres	124,536
Cumbres Poniente	56,951
San Jerónimo	31,522
Sur	252,208
Garza Sada	84,066
Independencia	62,824
Lázaro Cárdenas	62,093
Satélite	43,225

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020.

Gráfica CS-01-4. Población por delegación



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020.

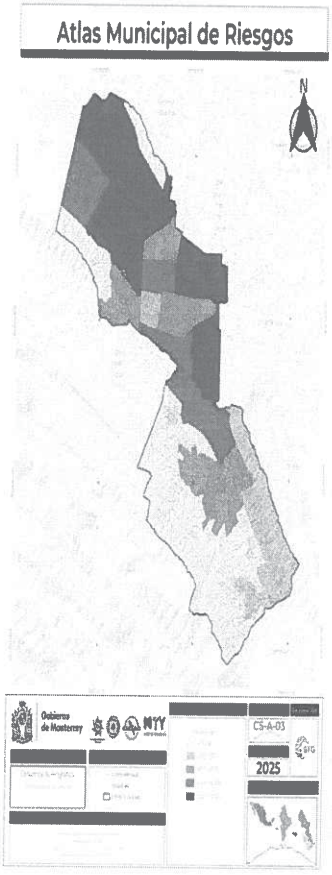
De la población total que hay en el municipio el 50.58% son habitantes del sexo femenino, su distribución espacial es bastante homogénea presentando las mayores concentraciones en las delegaciones norte, poniente y sur. El resto de la población, es decir 49.41% es de sexo masculino, mostrando las mayores densidades en las delegaciones norte, poniente, sur y centro.

Para observar la relación que hay entre la población masculina y femenina se emplea el Índice de Feminidad, este índice expresa la relación que hay entre hombres y mujeres y se interpreta como el número de mujeres que hay por cada 100 hombres El índice de Feminidad en el municipio de Monterrey es de 102.3, es decir hay alrededor de 102 mujeres por cada 100 hombres.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

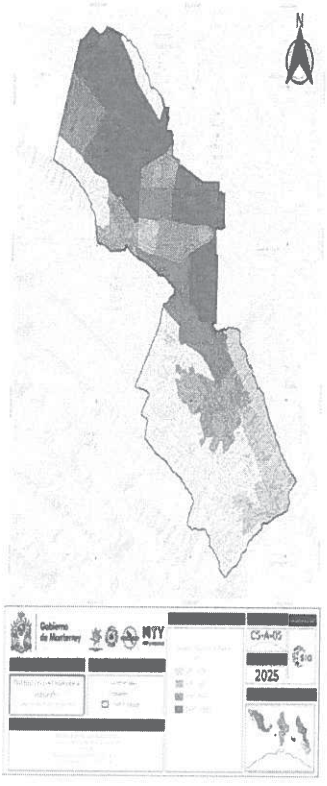
61

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



62

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Página 62 | 403

Gobierno de Monterrey

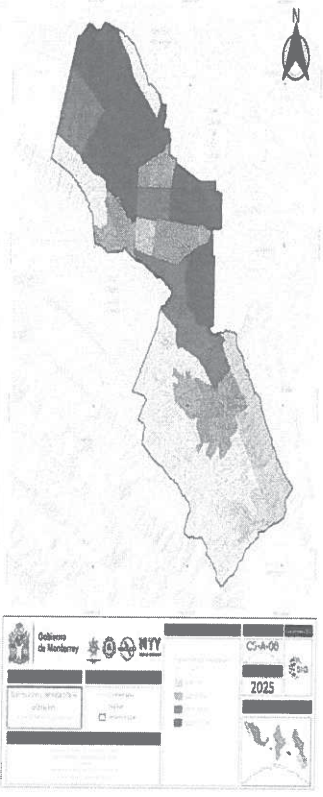
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY
AQUÍ SE RESUELVE

63

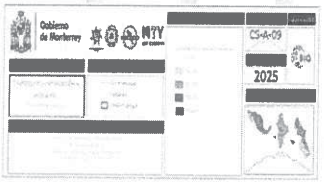
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

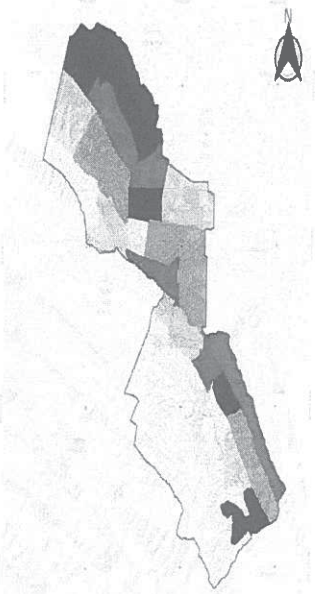
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

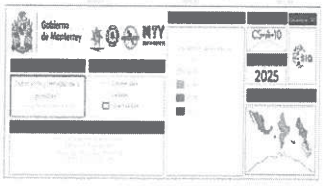
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





64

MTY
AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Por otra parte, se calculó la densidad de población, la cual es el promedio de habitantes que viven en un área o territorio determinado. Este índice permite identificar el grado de ocupación que tiene la región al identificar las zonas con menor y mayor presión sobre el suelo.

Monterrey presenta una densidad poblacional de 33.71 habitantes por hectárea, considerando la información demográfica del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI y la superficie reconocida por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sostenible de Monterrey que es de 33,899.85 hectáreas, lo que representa el 0.5% del territorio estatal. Este mismo indicador expresado en kilómetros cuadrados es igual al 3,371 hab/km2.

El sur del municipio presenta una densidad poblacional entre 0 y 90 habitantes por hectárea, mientras que las mayores densidades se presentan en el norte del municipio con valores de 210 a 486 habitantes por hectárea. La siguiente tabla muestra la densidad de población por delegación y distrito.

Tabla CS-01-5. Densidad de población por delegación y distrito (habitantes/ha)

Centro	139,980	3,990.1	35.80
Centro	22,953	1,179.2	19.46
Industrial Moderna	66,771	1,618.7	41.21
Mitras Centro	42,112	682.6	61.70
Obispado	8,204	429.6	19.10
Huajuco	64,549	14,744.4	4.38
El Barro	2,382	829.5	2.87
El Uro	8,876	502.5	17.66
La Bola	2,197	697.7	3.15
La Estanzuela	29,017	450.7	64.38
Los Cristales	4,630	742.5	6.23
Monumento Cerro de la Silla	4,074	1,423.6	2.86
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	1,768	7,139.2	0.25
Valle Alto El Diente	11,625	2,026.0	5.74
Norte	472,802	5,720.5	82.65
Cerro del Topo Chico	46	604.4	0.08
Ciudad Solidaridad	114,887	1,300.9	86.31
Mitras Norte	28,385	739.4	38.39
San Bernabé	206,693	1,825.6	113.22
Valle Verde	122,791	1,250.2	98.22
Poniente	213,452	5,695.4	37.48
Cerro de las Mitras	443	1,223.7	0.36
Cumbres	124,536	1,931.8	64.47
Cumbres Poniente	56,951	1,494.4	38.11
San Jerónimo	31,522	1,045.5	30.15
Sur	252,208	3,830.0	65.86
Garza Sada	84,066	1,381.4	60.85
Independencia	62,824	764.9	82.13
Lázaro Cárdenas	62,093	1,075.0	57.76
Satélite	47,225	668.7	71.02
Total general	1,142,991*	33,900.5	33.72

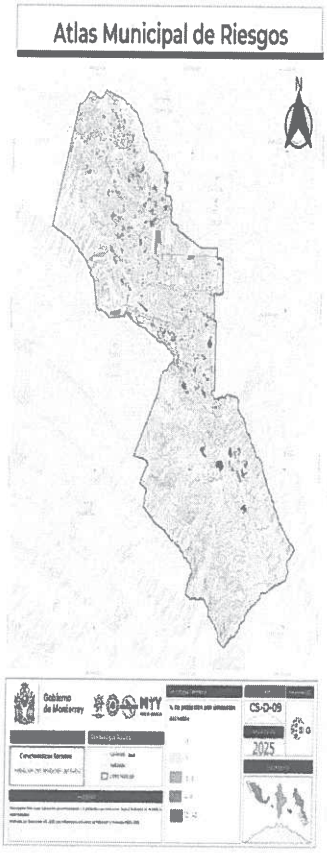
*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

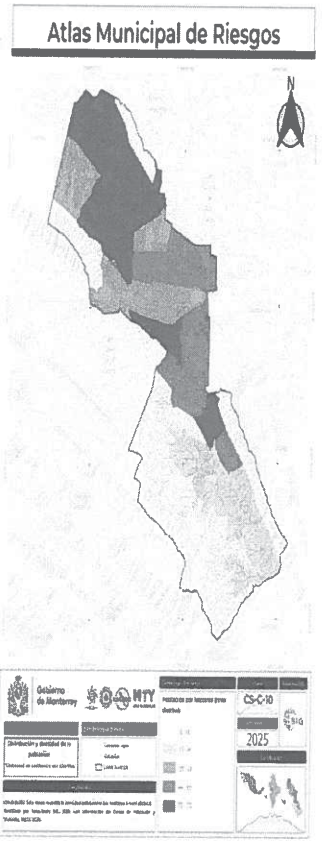
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





66

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

11.2.4. Características sociales

Salud

La tasa de mortalidad general e infantil, el acceso a los servicios de salud, así como la distribución de la población con algún tipo de limitación en la actividad son elementos sociales que reflejan las condiciones favorables o negativas que poseen las personas dentro del municipio, lo cual incide en la vulnerabilidad de dicha población frente a la presencia de algún fenómeno de origen natural o antropogénico.

Tasa de mortalidad general e infantil

La tasa de mortalidad general se define como el número de defunciones que ocurren por cada 1000 habitantes en un año determinado (Secretaría de Salud). En el año 2020 el municipio presentaba una tasa de mortalidad de 10.8, la cual indicaba que para ese año se presentaban cerca de 11 defunciones por cada mil habitantes del municipio. Por otro lado, la tasa de mortalidad infantil, es decir la cantidad de muertes por cada 1000 nacimientos vivos fue de 2.9. Como contraste, en ese mismo año, el estado de Nuevo León tenía una tasa bruta de mortalidad de 7.33 y una tasa de mortalidad infantil de 1.4. Estos indicadores muestran que Monterrey tenía para ese entonces tasas superiores a las registrados a nivel estatal.

Población sin derechohabiencia a servicios de salud

De acuerdo con el INEGI, la población sin derechohabiencia son aquellas personas que no cuentan con derecho a recibir servicios médicos en ninguna institución, ya sea pública o privada, lo cual las hace más vulnerables en una situación de desastre. Para el año 2020, la población en el municipio sin derechohabiencia fue de 225,011 habitantes, representando un 19.69% de la población total, lo que implica la necesidad de generar mecanismos para mejorar las condiciones de acceso de salud en alguna institución.

En las siguientes tablas se muestra la población sin derechohabiencia total y porcentual por localidades, delegaciones y distritos.

Tabla CS-02-1. Población total sin derechohabiencia a servicios de salud por localidades de acuerdo con INEGI 2020

Centro	139,980	28,846
Centro	22,963	4,095
Industrial Moderna	66,711	12,961
Mitras Centro	42,712	10,381
Obispado	8,204	1,409
Huajuco	64,549	9,569
El Barrio	2,382	99
El Uro	8,876	1,093
La Bola	2,197	92
La Estanzuela	29,017	6,087
Los Cristales	4,610	705
Monumento Cerro de la Silla	4,074	480
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	1,768	207
Valle Alto El Diante	11,625	806
Norte	472,802	115,676
Cerro del Topo Chico	46	nd
Ciudad Solidaridad	114,887	26,196
Mitras Norte	28,385	4,650
San Bernabe	206,693	57,352
Valle Verde	122,791	26,619
Poniente	213,452	24,008
Cerro de las Mitras	443	nd
Cumbres	124,536	18,238
Cumbres Poniente	56,351	3,352
San Jerónimo	31,522	2,418
Sur	252,208	45,770
Garza Sada	84,066	12,105
Independencia	62,824	14,710
Lázaro Cárdenas	62,093	11,031
Satélite	43,225	7,924
Total general	1142,991*	223,869

*Fuente: elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI. * Datos reservados por confidencialidad. ** INEGI contempla dos localidades denominadas El Castaño.*

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-02-2. Población total sin derechohabiencia servicios de salud por localidades de acuerdo con INEGI 2020

	1,142,962	225,002	19.6
	14	6	42.9
	13	1	7.6
	11	0	0
	11	0	0
	4	2	50
	2	0	0
		0	0
		0	0

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

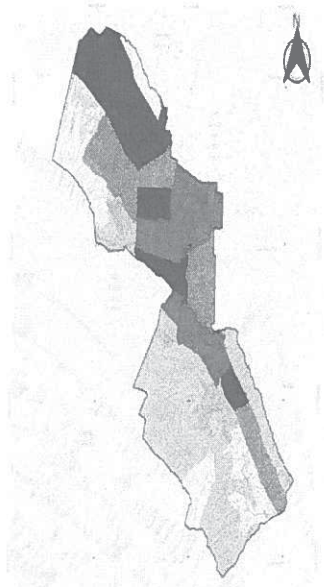


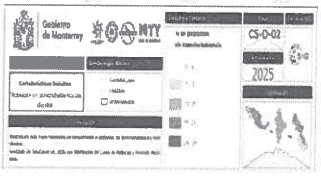
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





Población con limitación en la actividad (discapacidad)

La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud en el año 2001 definió a las personas discapacitadas como "aquellas que tienen una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales y que al interactuar con distintos ambientes del entorno social pueden impedir su participación plena y efectiva en igualdad de condiciones a las demás" (INEGI, 2010). El Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI distingue la población con discapacidad y población con limitaciones en función de la dificultad para realizar una actividad con "mucha dificultad" o "poca dificultad" en la realización de tareas en la vida cotidiana, situación que les atribuye a un vulnerable conjunto demográfico. Dicho esto, el presente trabajo se utilizó para la caracterización de la población con discapacidad la cual realiza alguna actividad con "mucha dificultad" (INEGI, 2021).

Para el año 2020 el municipio contaba con 50,801 habitantes con algún tipo de limitación para la actividad, mismos que representan el 4.4% de la población municipal. A su vez se registraron un total de 26,858 personas con alguna limitación motriz para caminar subir o bajar (2.3% del total), 8,320 habitantes con limitación para hablar o comunicarse (0.7%), 10,799 ciudadanos con limitaciones para oír aun utilizando aparatos auditivos (0.9%), 20,231 habitantes con limitaciones para ver aun usando lentes (1.7%) y 9,690 personas con algún problema o condición mental (0.8%).

Las siguientes tablas muestran por localidad, delegación y distrito la población que presenta limitación en la actividad, motriz (mucha dificultad para caminar o moverse, subir o bajar), visual (mucha dificultad para ver aun usando lentes), al habla (mucha dificultad para hablar o comunicarse), auditiva (mucha dificultad para escuchar) y mental (poner atención o aprender cosas sencillas).

MTY AQUÍ SE RESUELVE

69

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-02-3. Población por localidad con limitación 2020

Localidad	Población Total	En la actividad	Motriz con limitación para caminar, subir o bajar	Limitación para hablar o comunicarse	Limitación para oír, aun usando aparato auditivo
Monterrey	1'142,952	51,001	26,939	9,407	10,985
Santa Cruz	14	0	0	0	0
**El Castaño	13				
**El Castaño	8	*	*	*	*
Localidades de dos viviendas	11	*	*	*	*
Localidades de una vivienda	4	0	0	0	0
Cañadas del Sur	2	*	*	*	*
Los Nogales		*	*	*	*
El Arroyo		*	*	*	*

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

Tabla CS-02-4. Población con limitación en la actividad, motriz y para hablar o comunicarse 2020

Delegación/ distrito	En la actividad	Motriz con limitación para caminar, subir o bajar	Limitación para hablar o comunicarse
Centro	7,483	4,452	1,287
Centro	952	593	196
Industrial Moderna	3,486	2,088	528
Mitras Centro	2,436	1,359	448
Obispado	609	412	155
Huajuco	1,366	629	274
El Barro	10	7	4
El Uro	127	53	28
La Bola	28	13	7
La Estanzuela	891	412	158
Los Cristales	93	55	29
Monumento Cerro de la Silla	38	22	7
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	15	7	6
Valle Alto El Diente	164	60	35
Norte	23,603	11,994	3,982
Cerro del Topo Chico	n/d	n/d	n/d
Ciudad Solidaridad	3,521	1,210	609
Mitras Norte	1,488	854	268
San Bernabé	11,662	6,284	2,050
Valle Verde	6,719	3,532	1,028
Poniente	7,043	3,474	1,077
Cerro de las Mitras	n/d	n/d	n/d
Cumbres	5,800	2,985	839
Cumbres Poniente	611	214	131
San Jerónimo	632	275	107
Sur	11,306	6,309	1,700
Carza Sada	3,847	2,239	584
Independencia	3,398	1,930	512
Lázaro Cárdenas	2,590	1,389	399
Satélite	1,477	751	205

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-02-5. Población con limitación para oír, ver y condición mental 2020

Delegación/ distrito	Limitación para oír aun usando aparato auditivo	Limitación para ver, aun usando lentes	Con algún problema o condición mental
Centro	1,623	2,532	1,635
Centro	219	329	211
Industrial Moderna	767	1,200	640
Mitras Centro	511	843	539
Obispado	126	160	223
Huajuco	285	620	304
El Barro	0	0	1
El Uro	21	50	35
La Bola	12	6	8
La Estanzuela	192	467	167
Los Cristales	27	23	36
Monumento Cerro de la Silla	8	12	9
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	1	1	5
Valle Alto El Diente	24	62	41
Norte	4,756	9,967	4,166
Cerro del Topo Chico	n/d	n/d	n/d
Ciudad Solidaridad	543	1,849	539
Mitras Norte	324	491	311
San Bernabé	2,432	4,709	2,125
Valle Verde	1,423	2,819	1,157
Poniente	1,588	2,923	1,312
Cerro de las Mitras	n/d	n/d	n/d
Cumbres	1,353	2,318	1,072
Cumbres Poniente	122	319	129
San Jerónimo	113	266	111
Sur	2,547	4,795	2,295
Carza Sada	967	1,376	872
Independencia	747	1,271	631
Lázaro Cárdenas	563	969	549
Satélite	378	579	243

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*



MTY AQUÍ SE RESUELVE

71

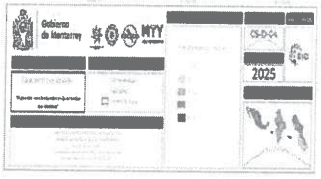
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

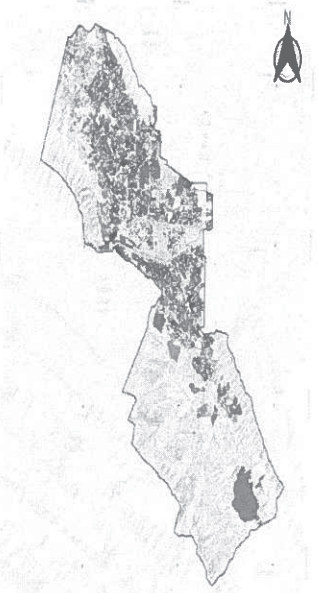
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

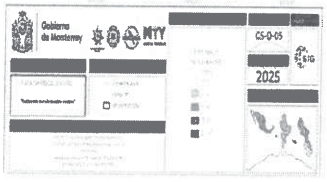
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





72

MTY AQUÍ SE RESUELVE

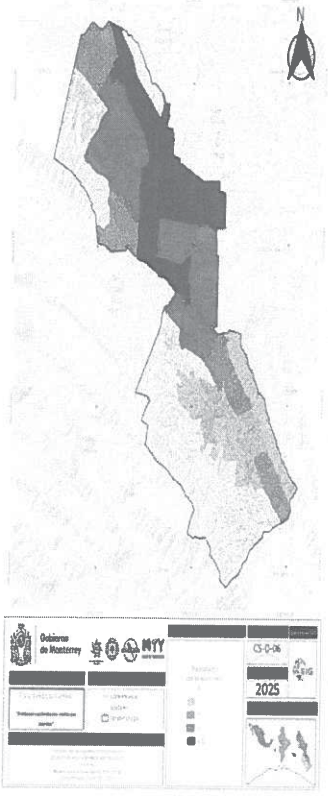
Página 72 | 403

Gobierno de Monterrey

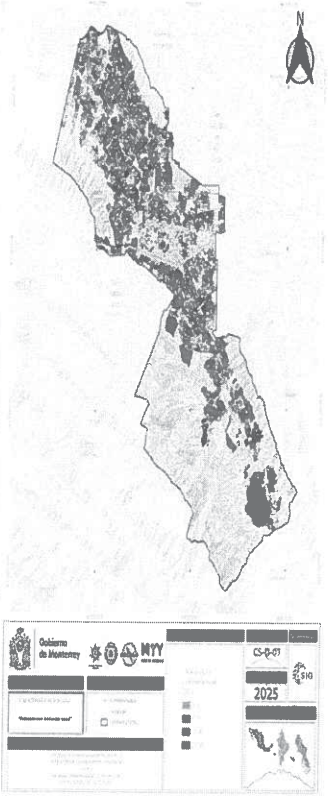
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

73

Página 73 | 403

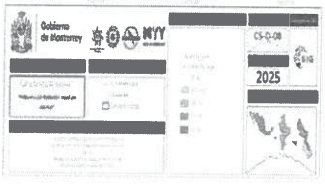
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

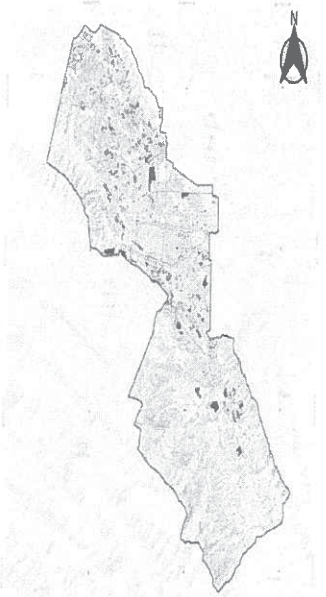
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

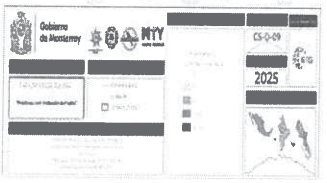
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





74

MTY AQUÍ SE RESUELVE

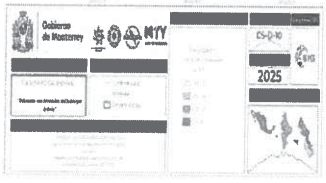
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

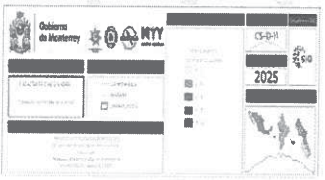
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





MTY
AQUÍ SE RESUELVE

75

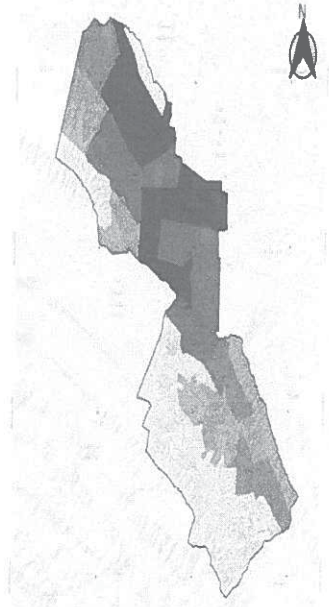
Página 75 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

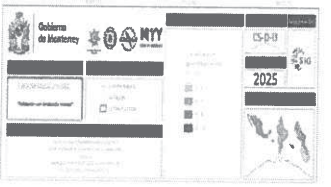
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





76

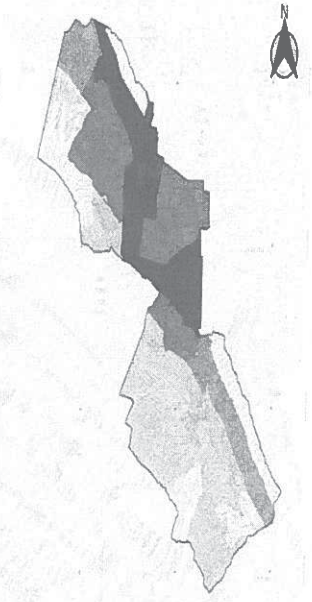
MTY
AQUÍ SE RESUELVE

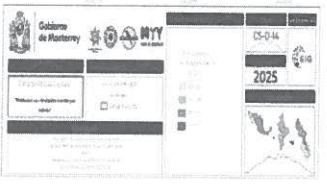
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





Educación

La educación es uno de los componentes sociales que reflejan las condiciones y alcances de calidad de vida, los habitantes con mayores niveles educativos suelen tener mejores oportunidades de trabajo, mejor remunerados y alcanzar un contexto social menos vulnerable.

Población analfabeta

En México se considera como analfabeta a aquella persona mayor de 15 años (edad en la cual se debe haber concluido la educación primaria y secundaria) que no sabe leer ni escribir. En el municipio de Monterrey habitan 13,972 personas que se encuentran en esta situación, según datos del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI. Esta cifra representa el 1.22% del total de la población municipal. La siguiente tabla muestra la distribución espacial de las personas en esta condición por delegación y distrito.

Table CS-02-6. Población de 15 años y más analfabeta por género 2020

Centro	32	28	65
Industrial Moderna	408	299	700
Mitras Centro	307	226	533
Obispado	26	23	54
Huajuco	218	212	449
El Barro	4	0	5
El Uro	14	9	23
La Bola	0	3	8
La Estanzuela	161	160	323
Los Cristales	9	16	31
Monumento Cerro de la Silla	20	11	31
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	0	7	9
Valle Alto El Diente	10	7	19
Norte	4,899	3,574	8,451
Cerro del Topo Chico	n/d	n/d	n/d
Ciudad Solidaridad	535	453	998
Mitras Norte	145	103	253
San Bernabé	2,994	2,221	5,277
Valle Verde	1176	741	1,857
Poniente	519	288	833
Cerro de las Mitras	n/d	n/d	n/d
Cumbres	474	263	757
Cumbres Poniente	16	15	32
San Jerónimo	29	12	44

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

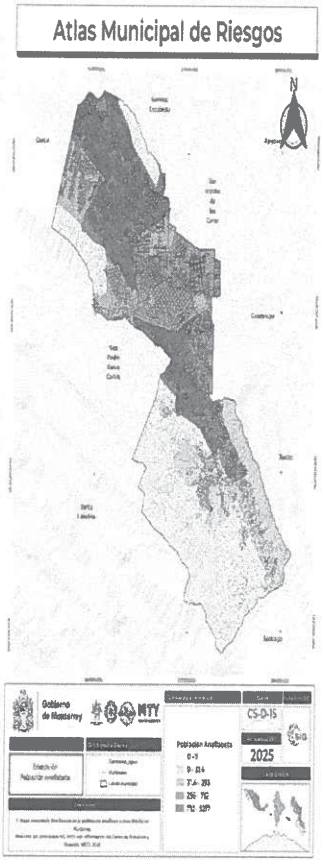
Sur	1,661	1,272	2,867
Garza Sada	339	182	538
Independencia	692	510	1,204
Lázaro Cárdenas	406	301	715
Satélite	225	179	410

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

Asistencia escolar

El abandono escolar, es un indicador sobre el desarrollo social de una población, en lo relativo a aquellas situaciones en donde no están presentes ciertas oportunidades socioeconómicas que permitan adquirir o llevar una mejor calidad de vida debido, entre otras cosas, a la deserción escolar.

En este contexto es importante resaltar cual es la situación de asistencia escolar que presenta el municipio. La siguiente tabla, obtenida del Censo 2020 de INEGI, detalla el estrato por edad que debería asistir a algún nivel de educación básica pero no lo hace (3 a 14 años). En el municipio de Monterrey el promedio de no asistencia escolar es de 2.11%, con respecto a la población total, es decir 24,080 habitantes, 12,719 hombres y 11,360 mujeres.



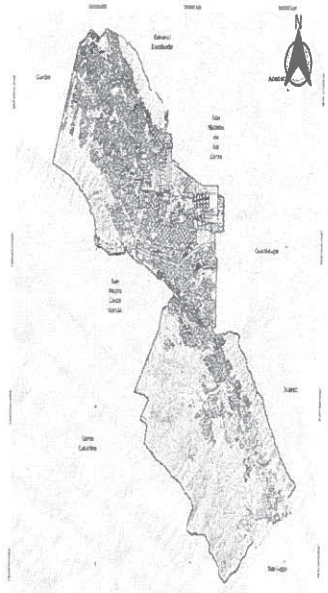
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



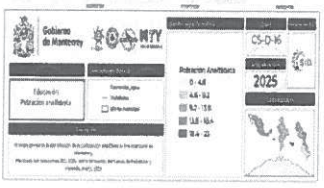


Tabla C5-02-7. Población de 3 a 5, 6 a 11 y 12 a 14 años que no asiste a la escuela 2020

Centro	1,526	484	279
Centro	179	70	36
Industrial Moderna	788	243	129
Mitras Centro	519	124	106
Obispado	40	17	9
Huajuco	866	330	190
El Barrio	5	0	2
El Uro	115	64	37
La Bola	13	0	0
La Estanzuela	545	180	112
Los Cristales	39	31	11
Monumento Cerro de la Silla	64	13	14
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	42	12	5
Valle Alto El Diente	53	30	9
Norte	9,057	2,089	1,687
Ciudad Solidaridad	2,265	301	344
Mitras Norte	305	75	47
San Bernabé	4,580	1,206	935
Valle Verde	1,828	492	362
Poniente	1,525	540	304
Cumbres	1,005	329	179
Cumbres Poniente	302	156	94
San Jerónimo	218	55	31
Sur	2,956	550	674
Garza Sada	645	201	166
Independencia	1,126	346	276
Lázaro Cárdenas	703	214	144
Satélite	480	189	88

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

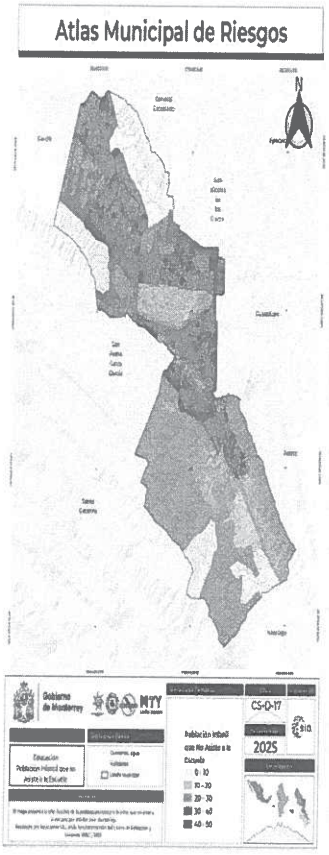
MTY AQUÍ SE RESUELVE

79

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





80

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Página 80 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Grado promedio de escolaridad

El nivel de educación de una población es visible por el grado promedio de escolaridad que esta asume, dicho indicador se obtiene (de acuerdo con INEGI) a través del cálculo del promedio de los años que un grupo de individuos ha estudiado. En términos más específicos, el grado de escolaridad promedio es la sumatoria de todos los años escolares aprobados por una determinada población dividida entre el número de integrantes de dicha población, en la siguiente tabla se observa el nivel de instrucción conforme al grado de escolaridad.

Tabla CS-02-B. Nivel de instrucción por grado de escolaridad

Sin instrucción		0
Primaria	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
	6	6
Estudios técnicos comerciales con primaria terminada y secundaria	1	7
	2	8
	3	9
Preparatoria, estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada y normal básica	1	10
	2	11
	3	12
	4	13

Fuente: INEGI, 2015.

En el 2020 el grado promedio de escolaridad del municipio de Monterrey fue de 11.47, es decir, que el promedio de la población llega a realizar estudios de Preparatoria, estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada y normal básica. Para los varones, el promedio es de 11.68, en el caso de las mujeres es de 11.27 (INEGI). La diferencia entre géneros es poca, sin embargo, es posible ver que los hombres presentan un mayor grado promedio de escolaridad en el municipio.

La siguiente tabla muestra el grado promedio de escolaridad distribuido por delegación y distrito, donde destaca la delegación poniente con un valor de 13.9 el cual equivale a segundo año de educación universitaria. En segundo lugar, se encuentra la delegación Centro con un grado 11.5 equivalente a poco más de segundo año de bachillerato. En contraste, la delegación que presenta un menor grado es la Norte con un valor de 9.9 equivalente a tercer año de secundaria.

Tabla 23. Grado promedio de escolaridad general por género, delegación y distrito 2020

Centro	10.6	11.5
Centro	11.0	11.9
Industrial Moderna	10.0	10.5
Mitras Centro	10.9	11.5
Obispado	13.7	14.9
Huajuco	9.5	10.0
El Barro	7.6	7.2
El Uro	13.6	14.4
La Bola	10.5	11.4
La Estanzuela	11.5	11.8
Los Cristales	12.4	12.9
Monumento Cerro de la Silla	8.4	8.7
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	5.6	5.7
Valle Alto El Diente	9.1	9.3
Norte	9.6	9.9
Cerro del Topo Chico	7.8	7.9
Ciudad Solidaridad	10.3	10.4
Mitras Norte	11.2	11.6
San Bernabé	8.5	8.8
Valle Verde	10.2	10.6
Poniente	13.1	13.9
Cerro de las Mitras	n/d	n/d
Cumbres	12.8	13.6
Cumbres Poniente	13.3	13.9
San Jerónimo	14.0	15.0
Sur	11.7	12.3
Garza Sada	12.7	13.5
Independencia	10.2	10.5
Lázaro Cárdenas	11.1	11.6
Satélite	12.7	13.5

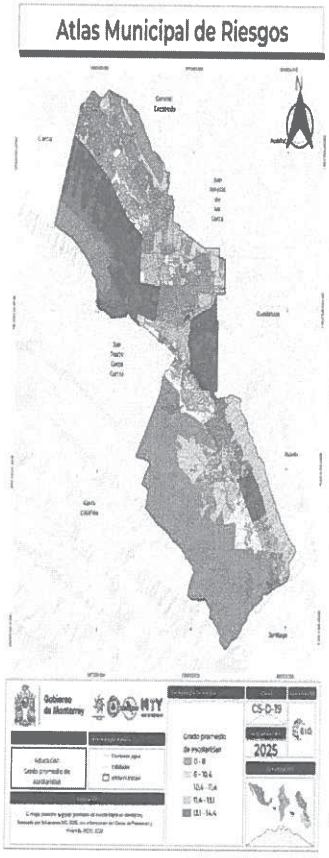
Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





62

MTY AQUÍ SE RESUELVE

11.2.5. Características de la vivienda

Las características de la vivienda constituyen un eje fundamental para el análisis de riesgos, ya que permiten evaluar el grado de vulnerabilidad y resiliencia de la población frente a fenómenos naturales y antrópicos. Una vivienda no es únicamente el espacio físico donde habitan las personas, sino que representa el entorno inmediato que incide directamente en su seguridad, salud y calidad de vida. Por ello, en un Atlas de Riesgo, resulta imprescindible describir y analizar la composición, materiales y condiciones de las viviendas, así como los servicios de los que disponen, para identificar los factores que incrementan o reducen la exposición de la población a amenazas.

En este contexto, las variables más comunes que se consideran son: el número de ocupantes por vivienda y por cuarto (indicador de hacinamiento), los materiales predominantes en techos, muros y pisos, la disponibilidad de servicios básicos como agua entubada, energía eléctrica, drenaje y manejo de residuos, así como el acceso a servicios de comunicación. Estas características no sólo reflejan el nivel de bienestar de los hogares, sino que también se relacionan con la capacidad de respuesta ante emergencias. Por ejemplo, viviendas con techos ligeros o construidas con materiales precarios presentan mayor vulnerabilidad estructural ante fenómenos hidrometeorológicos, como lluvias intensas o vientos fuertes. Asimismo, el hacinamiento incrementa el riesgo sanitario y dificulta la evacuación oportuna en caso de desastre.

La información sobre las características de la vivienda es generada principalmente por los censos y conteos de población y vivienda del INEGI, complementada con registros administrativos de dependencias como la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y organismos internacionales como ONU-Hábitat. Estos datos permiten elaborar diagnósticos precisos sobre la calidad de la infraestructura habitacional y su distribución espacial, lo que contribuye a identificar zonas con mayor grado de vulnerabilidad social y territorial.

En el marco del ordenamiento territorial y la gestión integral del riesgo, el análisis de las características de la vivienda se convierte en una herramienta indispensable para la toma de decisiones. Permite, por ejemplo, determinar las colonias o localidades donde se requiere fortalecer la construcción de vivienda segura, mejorar los servicios básicos o diseñar programas de reubicación en zonas expuestas a inundaciones, deslaves o fallas geológicas. Además, facilita la elaboración de mapas temáticos que muestran la relación entre la calidad de las viviendas y la exposición a amenazas, ofreciendo una visión integral del riesgo.

Viviendas particulares con piso de tierra

Los materiales de construcción de una vivienda es un índice de las condiciones económicas El tipo de material en los pisos de las viviendas constituye un indicador importante de las condiciones socioeconómicas y de habitabilidad de la población. En particular, las viviendas con piso de tierra reflejan situaciones de vulnerabilidad social y estructural, ya que este tipo de superficie está directamente relacionado con menores niveles de bienestar y mayor exposición a riesgos sanitarios.

La presencia de pisos de tierra favorece la acumulación de humedad, polvo y agentes patógenos, lo que incrementa la probabilidad de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dermatológicas, especialmente en niñas y niños. Además, en condiciones de lluvias intensas o inundaciones, estos pisos tienden a deteriorarse rápidamente, generando ambientes insalubres y afectando la seguridad y la calidad de vida de los habitantes.

Desde la perspectiva del riesgo, las viviendas con piso de tierra suelen encontrarse en zonas marginadas o asentamientos irregulares, donde la precariedad de la infraestructura y la falta de acceso a servicios básicos incrementan la vulnerabilidad de la población ante fenómenos naturales. Este indicador, por tanto, no sólo refleja un rezago en términos de vivienda digna, sino que también se convierte en un factor de riesgo al asociarse con condiciones de pobreza y exclusión social.

La distribución de viviendas particulares habitadas con piso de tierra en Monterrey refleja importantes contrastes en la infraestructura habitacional del municipio. De acuerdo con los datos, las delegaciones Norte (1,426 viviendas) y Sur (504 viviendas) concentran la mayor cantidad de hogares con este tipo de superficie, mientras que zonas como El Barrio y La Bola no registran casos, lo que evidencia una marcada desigualdad territorial.

La presencia de pisos de tierra constituye un indicador de rezago social y vulnerabilidad, ya que se asocia a condiciones insalubres y a una mayor exposición de la población frente a fenómenos naturales y sanitarios. En particular, las viviendas con estas características tienden a encontrarse en sectores de menores recursos, lo que limita la capacidad de respuesta y recuperación de las familias ante situaciones de emergencia.

Este análisis resulta fundamental para el Atlas de Riesgo de Monterrey, ya que permite identificar áreas prioritarias para programas de mejoramiento de vivienda y atención social, contribuyendo a reducir la vulnerabilidad estructural y avanzar hacia comunidades más seguras y resilientes.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

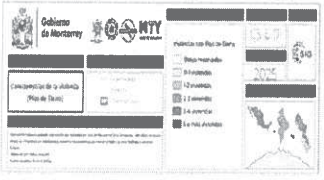
Tabla CS-03-1. Viviendas particulares habitadas por delegación y distrito con piso de tierra 2020

Centro	45,885	149
Centro	8,617	15
Industrial Moderna	21,071	66
Mitras Centro	13,327	61
Obispado	2,870	7
Huajuco	16,553	143
El Barro	745	0
El Uro	2,339	12
La Bola	577	0
La Estanzuela	7,425	78
Los Cristales	1,202	5
Monumento Cerro de la Silla	967	38
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	447	6
Valle Alto El Diante	2,651	4
Norte	122,174	1,426
Cerro del Topo Chico	10	n/d
Ciudad Solidaridad	29,335	455
Mitras Norte	6,687	23
San Bernabé	50,361	598
Valle Verde	33,781	335
Poniente	66,839	192
Cerro de las Mitras	104	n/d
Cumbres	39,088	137
Cumbres Poniente	17,304	24
San Jerónimo	10,333	31
Sur	75,913	504
Garza Sada	27,365	72
Independencia	18,578	216
Lázaro Cárdenas	17,479	108
Satélite	12,431	108
Total	684,728	4,873

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020.

Atlas Municipal de Riesgos





Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Servicios básicos en la vivienda (Luz eléctrica, agua entubada y drenaje)

Los servicios con los que una vivienda cuenta son considerados para poder catalogarla como vivienda en condición de carencia o no, para ello debe de contar con servicio de luz eléctrica, agua potable entubada y drenaje según la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) (CONEVAL, 2020), de forma que si alguno de estos servicios no se encontrara disponible la calidad de vida de los habitantes de la vivienda se vería gravemente afectada y en consecuencia presentarían una mayor vulnerabilidad que aquellas que sí cuentan con dichos servicios.

Viviendas particulares sin servicio de luz eléctrica

En este servicio el municipio presenta números positivos, pues del total de viviendas, solamente 112 no cuenta con servicio de luz eléctrica, es decir el 0.03%.

Tabla CS-03-2. Viviendas particulares habitadas por delegación y distrito que no disponen de energía eléctrica 2020

Centro	45,885	37
Centro	8,617	5
Industrial Moderna	21,071	4
Mitras Centro	13,327	24
Obispado	2,870	4
Huajuco	16,553	4
El Barro	745	0
El Uro	2,339	0
La Bola	577	0
La Estanzuela	7,425	4
Los Cristales	1,202	0
Monumento Cerro de la Silla	967	0
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	447	0
Valle Alto El Diente	2,851	0
Norte	122,174	39
Cerro del Topo Chico	10	4
Ciudad Solidaridad	29,335	6
Mitras Norte	8,687	0
San Bernabé	50,361	17
Valle Verde	33,781	12
Poniente	66,839	3
Cerro de las Mitras	104	n/d
Cumbres	39,098	3
Cumbres Poniente	17,304	9
San Jerónimo	10,333	0
Sur	75,913	29
Garza Sada	27,365	4
Independencia	18,578	20
Lázaro Cárdenas	17,479	0
Satélite	12,491	5

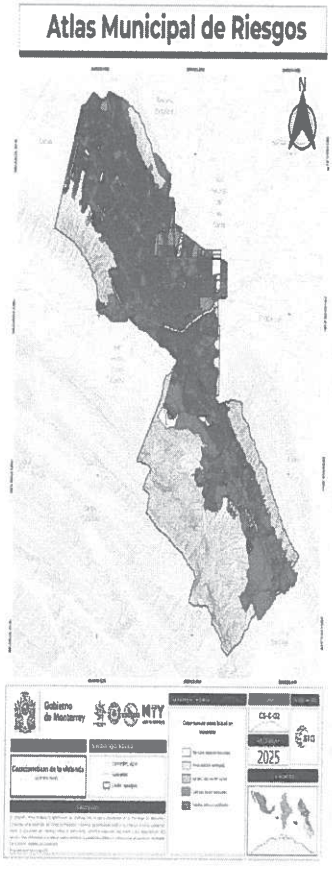
*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



Viviendas particulares sin servicio de agua entubada

El acceso al agua entubada es un indicador fundamental del nivel de bienestar y de la calidad de vida de la población, ya que este servicio garantiza condiciones básicas de salubridad e higiene dentro de los hogares. En el municipio de Monterrey, de acuerdo con la información más reciente proveniente del Censo de Población y Vivienda, se registraron 640 viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada, lo que representa aproximadamente el 0.19% del total de viviendas habitadas en la ciudad. Si bien este porcentaje puede parecer bajo en comparación con el total, su importancia radica en que refleja las desigualdades territoriales y sociales que aún persisten dentro de la mancha urbana de uno de los municipios más desarrollados del país.

Al analizar la distribución de estas viviendas por delegaciones, se observa que la Delegación Norte concentra la mayor proporción del problema, con un total de 368 viviendas sin agua entubada, es decir, más de la mitad de los casos registrados en todo el municipio. Esto puede estar relacionado con la densidad poblacional, la existencia de asentamientos irregulares y con la expansión urbana que se ha dado de manera acelerada en esta zona, lo cual ha dificultado en algunos casos la cobertura total de servicios públicos.

En segundo lugar, la Delegación Huajuco aparece con 152 viviendas particulares que no cuentan con este servicio, lo que representa otro foco de atención para las autoridades municipales. Esta zona, ubicada en el sur de Monterrey, combina sectores residenciales de alto nivel socioeconómico con áreas en proceso de consolidación urbana, lo que explica la coexistencia de contrastes en el acceso a servicios básicos.

Si se desagrega la información a nivel de distrito, el caso más crítico corresponde a San Bernabé, dentro de la Delegación Norte, donde se registraron 241 viviendas sin agua entubada, es decir, más de un tercio de todos los casos en Monterrey. Esta cifra muestra cómo las carencias tienden a concentrarse en colonias y barrios de mayor vulnerabilidad social. Asimismo, en el distrito de Ciudad Solidaridad, también perteneciente a la Delegación Norte, se contabilizaron 82 viviendas sin agua entubada, lo que refuerza la tendencia de que el norte del municipio es la zona más afectada por este rezago.

Aunque el porcentaje global de viviendas sin agua entubada es reducido en comparación con la magnitud de Monterrey como ciudad metropolitana, su impacto no debe minimizarse, ya que se trata de familias que enfrentan condiciones de precariedad y limitaciones en su vida cotidiana. Carecer de agua dentro del hogar obliga a recurrir a otras formas de abastecimiento, como pipas, tomas comunitarias o conexiones improvisadas, lo que no solo encarece el costo del servicio, sino que también incrementa el riesgo de problemas de salud asociados con la falta de agua potable segura.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

En este sentido, el análisis de las viviendas sin agua entubada permite comprender que Monterrey, pese a ser un municipio con alto grado de urbanización, aún enfrenta retos en materia de equidad en el acceso a servicios básicos. Estos rezagos suelen estar vinculados a dinámicas de crecimiento urbano desordenado, marginación social y dificultades técnicas para ampliar la infraestructura hidráulica en zonas irregulares o de difícil acceso.

Por lo tanto, aunque el 0.19% de viviendas sin agua entubada pueda parecer una cifra pequeña dentro del contexto total, en términos absolutos implica la existencia de 640 hogares que viven con una carencia fundamental, lo cual representa un desafío pendiente para avanzar hacia una cobertura plena de servicios básicos y hacia una mejor calidad de vida para toda la población de Monterrey.

Tabla CS-03-3. Viviendas particulares habitadas por delegación y distrito que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda 2020

Centro	45,885	48
Centro	8,617	5
Industrial Modema	21,071	16
Mitras Centro	13,327	27
Obispado	2,870	0
Huajuco	16,553	152
El Barro	745	0
El Uro	2,339	6
La Bola	577	0
La Estanzuela	7,425	48
Los Cristales	1,202	64
Monumento Cerro de la Silla	967	26
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	447	8
Valle Alto El Diente	2,651	0
Norte	122,774	368
Cerro del Topo Chico	10	5
Ciudad Solidaridad	29,335	82
Mitras Norte	8,687	14
San Bernabé	50,361	241
Valle Verde	33,781	26
Poniente	66,839	5
Cerro de las Mitras	104	n/d
Cumbres	39,098	5
Cumbres Poniente	17,304	0
San Jerónimo	10,333	0
Sur	75,913	67
Garza Sada	27,365	3
Independencia	18,578	45
Lázaro Cárdenas	17,479	6
Satélite	12,491	13

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

MTY AQUÍ SE RESUELVE

87

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



Viviendas particulares sin servicio de drenaje

El servicio de drenaje es un indicador más de las condiciones de vulnerabilidad de la población, ya que aquella que no cuenta con estas instalaciones sanitarias es más propensa a enfermar por las situaciones de insalubridad a las que se encuentra expuesta. En el caso viviendas particulares sin servicio de drenaje, el municipio presenta 554 viviendas, mismas que representan el 0.16% de total de viviendas particulares habitadas. En la siguiente tabla se puede apreciar las condiciones de este indicador a nivel delegación-distrito.

Tabla CS-03-4. Viviendas particulares habitadas por delegación y distrito que no disponen de drenaje 2020

Centro	45,865	35
Centro	8,677	5
Industrial Moderna	21,071	9
Mitras Centro	13,327	21
Obispado	2,870	0
Huajuco	16,513	27
El Barrio	745	0
El Uro	2,339	0
La Bola	577	0
La Estanzuela	7,425	14
Los Cristales	1,202	3
Monumento Cerro de la Silla	967	0
P.N. Cumbres de Monterrey	447	10
Valle Alto El Diente	2,857	0
Norte	122,774	313
Cerro del Topo Chico	10	9
Ciudad Solidaridad	29,336	87
Mitras Norte	9,687	4
San Bernabé	50,363	193
Valle Verde	33,767	20
Poniente	66,819	0
Cerro de las Mitras	784	nd
Cumbres	39,098	0
Cumbres Poniente	17,304	0
San Jerónimo	10,333	0
Sur	75,913	178
Carza Seca	23,365	0
Independencia	18,578	132
Lázaro Cárdenas	17,479	24
Satélite	12,491	23

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020.
** El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

88

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Atlas Municipal de Riesgos



11.2.6. Empleos e ingresos

Las condiciones de desarrollo social a las que determinada población puede acceder dependen en gran medida a las circunstancias económicas que asumen, la cantidad de habitantes en edad económicamente productiva, el nivel de empleo, así como el nivel de dependencia de sus habitantes, derivan en su poder adquisitivo lo que puede incrementar o disminuir su grado de vulnerabilidad ante la presencia de algún fenómeno perturbador. Por lo que a continuación se presentaran las principales características económicas de los habitantes del municipio, la población económicamente activa (PEA), la Razón de Dependencia económica y la Tasa de Desempleo Abierto (TDA), más adelante se detallan las características económicas de producción del municipio.

Población económicamente activa (PEA) y Tasa de Desempleo Abierto (TDA)

La PEA está integrada por las personas de 12 años y más que realizaron alguna actividad económica remunerada o están en búsqueda de ella según el Censo de población y vivienda de INEGI, 2020. Por otra parte, la población ocupada se refiere a aquellas personas que tienen trabajo, y la población desocupada comprende a aquellas que se encontraban en la búsqueda de un empleo, es importante comprender que la información considere al sector informal y el nivel de desempleo pudiera verse disminuido por este factor, pues existen personas que al no encontrar trabajo formal deciden trabajar por su cuenta de esta forma.

Para el municipio de Monterrey, la población económicamente activa representa el 50.32% respecto a la población total, es decir 575,178 habitantes. La mayor parte de esta población es de sexo masculino con una participación de 59.11 % en la PEA total, es decir 339,994 habitantes, en cambio para las mujeres es de un 40.89%, 235,184 habitantes.

Por su parte la población desocupada (personas de 12 y más) que no tenían trabajo, pero buscaron trabajo en la semana de referencia, representa el 0.95% del total municipal.

La TDA es la proporción de la PEA que durante el periodo de referencia no se encuentra laborando de acuerdo con los criterios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y del INEGI. Para calcular la Tasa de Desempleo Abierto (TDA) se emplea la siguiente formula:

$$TDA = \left(\frac{Población desocupada (sin empleo)}{PEA}\right) * 100$$

La tasa de desempleo del municipio representa un 1.88%. Para la población masculina es del 2.26 y para la población Femenina es de 1.34%.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-04-1. Población económicamente activa (PEA) por delegación y distrito 2020

Delegación/distrito	Mujeres	Hombres
Centro	29,748	42,477
Centro	4,966	6,969
Industrial Moderna	14,174	20,523
Mitras Centro	8611	12,598
Obispado	1,997	2,387
Huajuco	13,288	18,455
El Barro	527	735
El Uro	2,077	2,565
La Bola	215	350
La Estanzuela	6,374	8,795
Los Cristales	757	1,233
Monumento Cerro de la Silla	779	1,297
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	316	422
Valle Alto El Diente	2,243	3,058
Norte	89,513	141,004
Cerro del Topo Chico	4	13
Ciudad Solidaridad	21,547	34,669
Mitras Norte	5,783	7,940
San Bernabé	37,689	62,513
Valle Verde	24,490	35,869
Poniente	47,689	62,733
Cerro de las Mitras	84	104
Cumbres	27,476	36,096
Cumbres Poniente	12,506	16,764
San Jerónimo	7623	9770
Sur	53,397	74,079
Garza Sada	17,915	24,026
Independencia	12,657	18,912
Lázaro Cárdenas	13,198	18,255
Satélite	9,627	12,886

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

Tabla CS-04-2. Población desocupada (desempleada) por delegación y distrito 2020

Delegación/distrito	Mujeres	Hombres
Centro	426	1,094
Centro	50	136
Industrial Moderna	219	467
Mitras Centro	130	434
Obispado	27	57
Huajuco	110	245
El Barro	0	0
El Uro	26	26
La Bola	0	0
La Estanzuela	64	161
Los Cristales	6	6
Monumento Cerro de la Silla	3	18
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	0	8
Valle Alto El Diente	11	26
Norte	1,198	3,677
Cerro del Topo Chico	n/d	n/d
Ciudad Solidaridad	273	781
Mitras Norte	64	241
San Bernabé	470	1,616
Valle Verde	363	947
Poniente	594	1,047
Cerro de las Mitras	n/d	n/d
Cumbres	443	791
Cumbres Poniente	64	110
San Jerónimo	87	146
Sur	692	1,581
Garza Sada	259	525
Independencia	172	431
Lázaro Cárdenas	129	341
Satelite	132	284

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-04-3. Tasa de Desempleo Abierto (TDA) por delegación y distrito 2020

Delegación/distrito	Mujeres	Hombres
Centro	1.43	2.58
Centro	1.01	1.95
Industrial Modelo	1.55	2.28
Mitras Centro	1.57	3.44
Obispado	1.35	2.39
Huajuco	0.83	1.33
El Barro	0.00	0.00
El Uro	1.25	1.01
La Bola	0.00	0.00
La Estanzuela	1.00	1.83
Los Cristales	0.79	0.49
Monumento Cerro de la Silla	0.39	1.39
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	0.00	1.90
Valle Alto El Diente	0.49	0.85
Norte	1.34	2.57
Cerro del Topo Chico	n/d	n/d
Ciudad Solidaridad	1.27	2.25
Mitras Norte	1.45	3.04
San Bernabé	1.25	2.59
Valle Verde	1.48	2.64
Poniente	1.24	1.67
Cerro de las Mitras	n/d	n/d
Cumbres	1.61	2.19
Cumbres Poniente	0.51	0.86
San Jerónimo	1.11	1.43
Sur	1.30	2.13
Garza Sada	1.45	2.19
Independencia	1.36	2.28
Lázaro Cárdenas	0.96	1.87
Satélite	1.37	2.20

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debida a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*



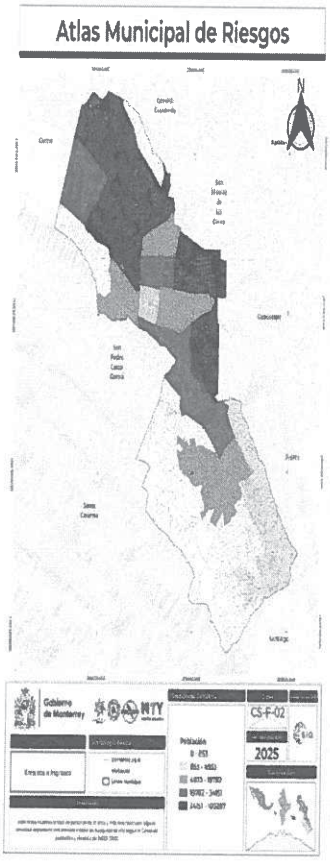
NTY AQUÍ SE RESUELVE

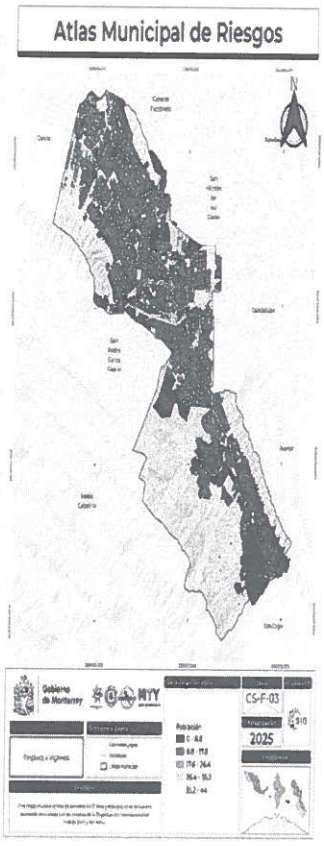
91

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





92

MTY ARQUÍ SE RESUELVE

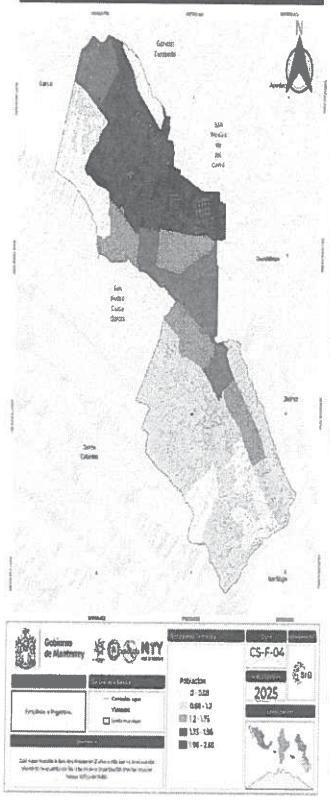
Página 92 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Razón de dependencia económica

La razón de dependencia económica es la relación entre la población económicamente activa (PEA) y la población económicamente inactiva (PEI), este indicador mide el grado de carga económica que una persona en edad productiva asume en promedio por su trabajo, se refiere a la cantidad de individuos inactivos que cada 100 activos deben sostener (Palacio, J. L., Sánchez, M. T. et al., 2004). De acuerdo con el método propuesto por J. L. Palacio (2004) la población se divide en tres rangos: 1) Población infantil y juvenil: de 0 a 14 años, 2) PEA: población de 15 a 64 años y 3) Población de 65 años y más. Los rangos uno y tres conforman la PEI. Es importante no olvidar que, dado el desempleo, es sabido que no todos los activos trabajan, sin embargo, la razón de dependencia representa qué cantidad de fuerza de trabajo se debería unir a la producción de bienes y servicios. Entre los diversos elementos demográficos que pueden ampliar o reducir la razón de dependencia se encuentran, los cambios en los niveles de fecundidad, mortalidad y aquellos productos de los movimientos migratorios. Este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$RDE = \left(\frac{Población de 0 a 14 años + Población de 65 años y más}{Población de 15 a 64 años}\right) * 100$$

Con lo anterior, se obtuvo la siguiente tabla con los datos en el cual se muestra el comportamiento de las localidades, en general la población económicamente dependiente en el municipio es del 31.45%, la población económicamente activa es del 67.82% y el promedio de la razón de dependencia económica es del 46.37 %. La localidad de Santa Cruz tiene un promedio de 40% y el Castaño de 44%.

Tabla CS-04-4, Población económicamente dependiente, productiva y Razón de dependencia económica por localidad, 2020

	Población infantil (0 a 14 años)	Población adulta mayor (65 años y más)	Población de 15 a 64 años	
Monterrey	237,443	138,070	775,197	46.37
Santa Cruz	4	0	10	40.00
El Castaño	4	0	5	44.44
Localidades de dos viviendas	-	-	-	-
Localidades de una vivienda	0	0	1	0
Cañadas del Sur	-	-	-	-
El Arroyo	-	-	-	-
Los Nogales	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

93

Página 93 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla CS-04-5. Población económicamente dependiente, productiva y Razón de dependencia económica por delegación y distrito 2020

Centro	22799	23455	92658	47.76
Centro	3593	3766	14673	48.85
Industrial Moderna	1722	16924	44397	49.66
Mitras Centro	6543	6957	28756	47.44
Obispado	745	1896	5323	48.68
Huajuco	3077	3064	44.93	47.12
El Barro	526	36	1674	33.51
El Uro	1956	577	9452	38.09
La Bola	265	199	843	43.77
La Estanzuela	1806	1784	7985	41.37
Los Olivales	1016	815	3258	43.76
Monumento Cerro de la Silla	1218	38	1738	45.67
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	381	122	1064	46.13
Valle Alto El Cierne	2050	682	6446	32.36
Norte	105824	46895	378279	47.74
Cerro del Topo Chico	n/d	n/d	n/d	n/d
Ciudad Solidaridad	30389	2960	80982	41.33
Mitras Norte	4214	4959	18907	49.33
San Bernabé	47134	21834	137732	56.37
Valle verde	23349	17051	82997	48.13
Poniente	36568	26238	147718	42.80
Cerro de las Mitras	58	n/d	126	n/d
Cumbres	17943	29797	84724	46.04
Cumbres Poniente	14769	1712	40306	39.48
San Jerónimo	4746	3739	22960	36.96
Sur	40927	38154	169053	46.78
Casa Sada	10478	12208	54850	46.72
Independencia	11969	9478	41423	52.67
Lázaro Cárdenas	11258	8382	42468	46.25
Satélite	7691	5146	30312	42.32

*Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del Censo de Población y Vivienda 2020. * El total general no cuadra con el total de INEGI debido a la confidencialidad con las se manejaron algunos datos de población durante la elaboración del Censo de Población y Vivienda 2020.*



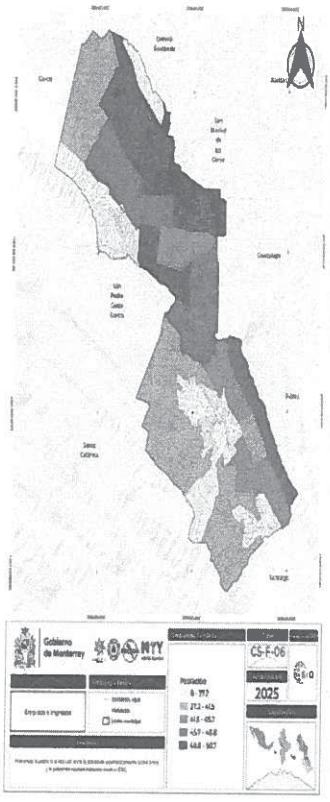
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



11.2.7. Población hablante de lengua indígena

La población que habla alguna lengua indígena en Monterrey representa el 0.1% del total municipal, según los datos del Censo de Población y Vivienda, 2020. La colonia que alberga la mayor cantidad de población que habla alguna lengua indígena a partir de los 5 años hasta los 85 y más, es el centro de Monterrey con un total de 11,066 habitantes. Las localidades de El Castaño y Santa Cruz cuentan con menos de 20 habitantes en su totalidad y, por ende, el número de personas hablantes de lengua indígena es igual a 1 o simplemente no las hay. Por su parte, las localidades de El Arroyo, Cañadas del Sur y Los Nogales cuentan un total de población menor a 5 habitantes, lo que implica que la existencia de alguna persona hablante sea igual a cero. Dentro de los mismos registros del último Censo, únicamente se encuentran 53 personas de 5 años y más que hablan una lengua indígena y no el idioma español, lo cual exhibe una clara minoría de este sector demográfico. Por otra parte, a nivel nacional habitan 2,576,213 personas que se reconocen como afromexicanas y representan el 2% de la población total del país. Dentro del Estado de Nuevo León, este sector poblacional tiene un total de 97,603 habitantes de los cuales 20,446 se encuentran dentro del municipio de Monterrey, representando el 20% de este sector poblacional dentro del Estado.

Tabla CS-07-1. Población en grupos quinquenales hablante de lengua indígena por localidad, 2020

03-04	86	73	6	7
05-09	214	187	3	24
10-14	283	262	6	15
15-19	949	919	2	28
20-24	1839	1803	3	33
25-29	2008	1968	3	37
30-34	1561	1536	2	23
35-39	1253	1212	8	33
40-44	1006	977	4	25
45-49	659	632	6	21
50-54	430	409	1	20
55-59	322	304	2	16
60-64	214	200	4	10
65-69	136	122	4	10
70-74	93	80		12
75-79	40	32		7
80-84	40	35	2	3
85 años y más	26	23		2

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

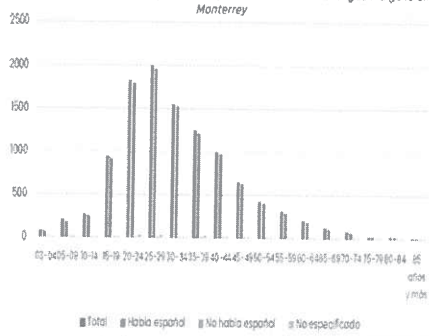
95

Gobierno de Monterrey

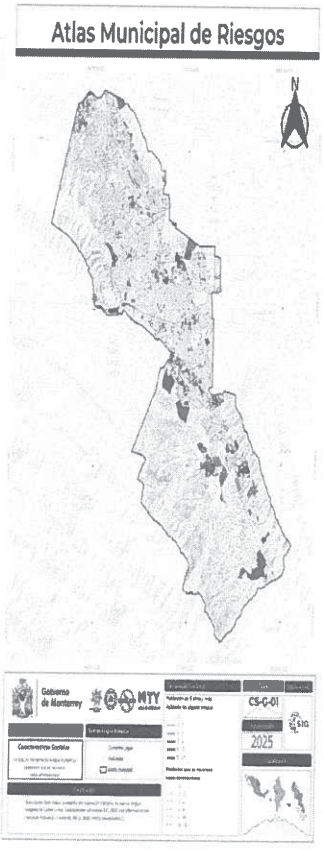
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gráfica CS-07-I. Grupos quinquenales de personas hablantes de lengua indígena en Monterrey



Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.



96

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Página 96 | 405

11.2.8. Hacinamiento (promedio de ocupantes por cuarto)

El hacinamiento es el fenómeno de concentración excesiva de habitantes en una vivienda, la cual no cuenta con el espacio suficiente para permitir que cada persona desarrolle sus actividades cómodamente. El hacinamiento es directamente proporcional con la pobreza, ya que al no existir los recursos para satisfacer las condiciones óptimas de vivienda se propicia a una mayor concentración por inmueble. Este escenario produce afectaciones en el bienestar psicológico y perjudica las condiciones salubres y de seguridad.

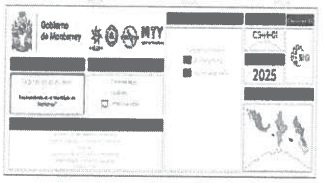
De acuerdo con INEGI el promedio de ocupantes por cuarto, a nivel municipal, es de 0.74, es decir un habitante por cuarto, condición que refleja buenos niveles de confort y privacidad.

Tabla-CS-08-1. Promedio de ocupantes por cuarto por localidad 2020

Monterrey	0.74
Santa Cruz	1.27
El Castaño	*
Localidades de dos viviendas	*
Localidades de una vivienda	0.57
Cañadas del Sur	*
El Arroyo	*
Los Nogales	*

*Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020. *Localidad sin dato.*





Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

11.2.9. Pobreza y marginación

La pobreza es una condición donde algún individuo o comunidad carece de los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades básicas, esta situación es de las mayores causas de vulnerabilidad por lo que su reducción es una de las principales necesidades sociales. En México el instituto encargado de definir, identificar y medir la pobreza es el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) conforme a lo dispuesto en el Artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020).

EL CONEVAL determina a la población en condición de pobreza mediante su falta de servicios de salud, educación, seguridad social, ingresos, calidad y espacios en la vivienda, alimentación adecuada, grado de cohesión social y grado de accesibilidad a carretera pavimentada (CONEVAL, 2020). La clasifica conforme a la intensidad de la carencia en pobreza y pobreza extrema. Según las estimaciones del CONEVAL elaboradas con base en la información del Módulo de Condiciones Socioeconómicas (MCS) 2010 publicado el día 18 de diciembre de 2017.

Índice de marginación

La marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida (CONAPO, 2010).

El índice de Marginación del Consejo Nacional de Población (CONAPO) se constituye por tres dimensiones socioeconómicas: Educación, Vivienda y Disponibilidad de bienes, las cuales se evalúan a través de los siguientes 8 indicadores: Porcentaje de la población de 15 años o más analfabeta, porcentaje de la población de 15 años o más sin primaria completa, porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado, porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica, porcentaje de viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada, promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas, porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra y porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador (CONAPO, 2010).

El ambiente urbano asume distinciones del contexto general por lo que el CONAPO considera un cálculo de marginación específico (la marginación urbana) donde los indicadores varían para reflejar problemáticas más reducidas, dicho cálculo se efectúa dentro de cada área geoestadística básica (AGEB) urbana (delimitado por el INEGI), cuyos componentes corresponden a los siguientes: Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela, porcentaje de población de 15 años o más sin secundaria completa, porcentaje de población sin derechohabiencia a los servicios de salud, porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años, porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada dentro de la vivienda, de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica, de viviendas particulares sin excusado con conexión de agua, de viviendas particulares con piso de tierra, de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento y de viviendas particulares sin refrigerador (CONAPO, 2010).

De acuerdo con lo anterior, el municipio de Monterrey fue clasificado por CONAPO en 2020 con un grado de marginación muy bajo.

Tabla-CS-09-1. Grado de marginación de Monterrey 2020

Población total	1142 934
% de población analfabeta	1.3506209
% de población +15 años sin educación básica	18.763627
% de ocupantes en viviendas sin drenaje	0.0448135
% de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.0146337
% de ocupantes en viviendas sin agua entubada	0.2154602
% de viviendas con hacinamiento	11.148125
% de ocupantes en viviendas con piso de tierra	0.7592185
% de población en localidades < 5 000 hab	0.0036746
% de población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	44.18648
Índice de marginación, 2020	-0.824677

Fuente: https://ide.sedatu.gob.mx/layers/geonode:a19_IMM_CONAPO_2020#/

El siguiente mapa muestra los grados de marginación por AGEB 2020, distribuidos en las distintas manzanas que los conforman.

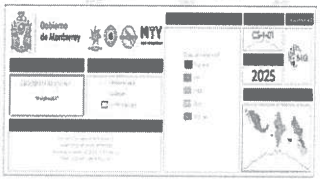
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





11.3. Caracterización Económica y sectores de ocupación e ingresos del personal ocupado

En este apartado se describe brevemente la dinámica de concentración de unidades económicas en el municipio de Monterrey, de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Este análisis permite identificar qué unidades económicas están ubicadas en zonas propensas a daños, lo que implica un potencial costo social y económico significativo. Una Unidad Económica (UE) se refiere a un establecimiento, que puede variar desde una pequeña tienda hasta una gran fábrica, asentado de manera permanente en un lugar delimitado por construcciones e instalaciones fijas. En estos establecimientos se lleva a cabo la producción y/o comercialización de bienes y/o servicios (DATA MÉXICO, 2025). Las UE identifican las actividades económicas mediante un proceso productivo, donde a partir de la integración de diversos factores se obtiene un producto o servicio específico (INEGI, 2020). Para Monterrey, las UE se agrupan dentro de 19 sectores económicos, sin incluir el sector de Actividades Legislativas. Dependiendo de la actividad que se realiza en cada sector, estos se pueden identificar con los siguientes códigos:

Tabla SE-01. Sectores económicos

11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
21	Minería
22	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final
23	Construcción
31-33	Industrias manufactureras
43	Comercio al por mayor
46	Comercio al por menor
48-49	Transportes, correos y almacenamiento
51	Información en medios masivos
52	Servicios financieros y de seguros
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos
55	Corporativos
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación
61	Servicios educativos
62	Servicios de salud y de asistencia social
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
81	Otros servicios, excepto actividades gubernamentales

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG, a partir del DENUE de INEGI, 2025.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

99

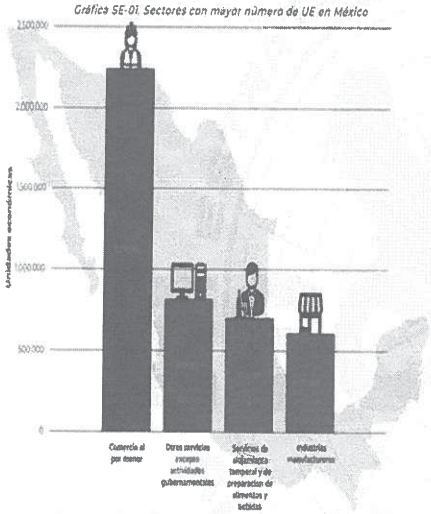
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

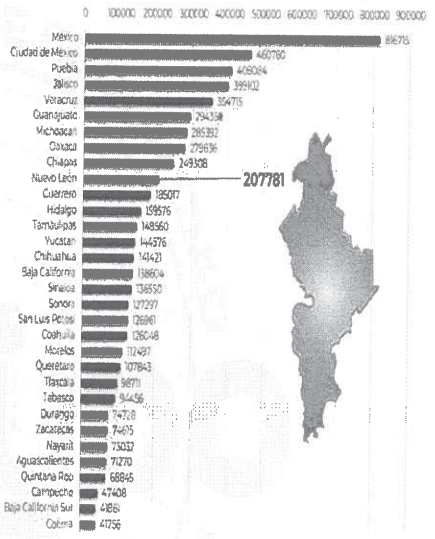
En México, los sectores con mayor concentración de unidades económicas incluyen Comercio al por menor, Otros servicios excepto actividades gubernamentales, Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, e Industrias manufactureras, tendencia que también se refleja en el municipio de Monterrey.

Gráfica SE-01. Sectores con mayor número de UE en México



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG, a partir del DENUE de INEGI, 2025.

Gráfica SE-02. Unidades económicas por Estado en México



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG, a partir del DENUE de INEGI, 2025.

Posicionamiento del municipio a nivel estatal

El posicionamiento del municipio se hace con base en las unidades económicas, que son aquellos lugares o entidad donde se realizan las actividades económicas, dicha entidad puede ser una fábrica, despacho, banco, casa de cambio, escuela, hospital, taller de reparación, empresa de transporte y otros establecimientos, incluso un espacio de la vivienda o un trabajador por su cuenta sin establecimiento. De acuerdo con la información revisada, el número de unidades económicas para el Estado de Nuevo León es de 207,781, de las cuales 61, 703 pertenecen al municipio de Monterrey, en la Tabla SE-02, se describe a mayor detalle la distribución de las unidades económicas.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

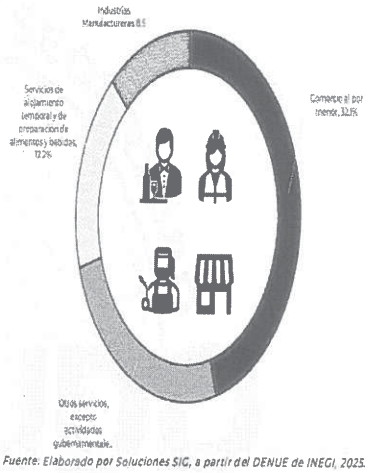
Tabla SE-02. Unidas Económicas por Sector económico

11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	8
21	Minería	17
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor	38
23	Construcción	723
31-33	Industrias Manufactureras	5084
43	Comercio al por mayor	3154
46	Comercio al por menor	19150
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	585
51	Información en medios masivos	326
52	Servicios financieros y de seguros	2262
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles	1273
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	2515
55	Corporativos	25
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y Servicios de Remediación	1999
61	Servicios educativos	1730
62	Servicios de salud y de asistencia social	778
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos	730
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	7286
81	Otros servicios, excepto actividades gubernamentales	10410

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG, a partir del DENUE de INEGI, 2025.

De acuerdo con la tabla anterior se puede observar que los cuatro sectores económicos con mayor número de UE son: Comercio al por menor 19150, Otros servicios, excepto actividades gubernamentales 10410, Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas 7286, Industrias Manufactureras 5084. En la Gráfica SE-03 se observa el porcentaje de los sectores económicos mencionados anteriormente de acuerdo con el total de UE.

Grafica SE-03-Sectores económicos con mayor Unidades Económicas



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG, a partir del DENUE de INEGI, 2025.

Metodología

Para la estimación de producción económica se emplearon fuentes de información tales como el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2020 y el Censo Económico 2019 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Gracias a la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) del DENUE del INEGI, se realizó una estimación de producción per cápita considerando los rangos de población empleada identificada en la base de datos y el valor de la producción a rama de actividad de la clasificación SCIAN de las actividades económicas. La producción per cápita es la razón que resulta de la división entre la producción económica de cada subsistema y la población empleada estimada total de dicho subsistema.

El proceso se validó a partir de una metodología propuesta por el Colegio de México en el documento de investigación SEGURIDAD HÍDRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO: RIESGOS DE

MTY AQUÍ SE RESUELVE

101

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

INUNDACIONES, Fase 1, Diagnóstico. Donde se establece una metodología para estimar la producción por unidad económica con los datos disponibles en el Censo económico y la misma información del DENUE.

Memoria de calculo

El método permitió empatar la producción anual por cada unidad económica con las manzanas que conforman el municipio, esto para estimar cómo es que la contribución económica se distribuye y cuáles son las zonas de bajo valor productivo, así como las de alta productividad en el territorio.

Siguiendo con la metodología también se calculó el número de empleados que hay por cada unidad económica. Los valores resultantes se empataron con las manzanas del municipio, esto ayuda a comprender si existe relación entre la distribución de las unidades económicas con el número de empleados que laboran en el sitio.

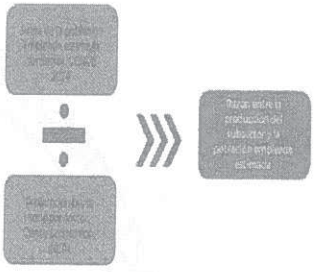
La recopilación del total de las UE se utilizó para realizar el análisis económico del Estado, empleando la información del Censo Económico de INEGI, 2020 esto para estimar cuál es la producción económica diaria y anual por UE, además de obtener el número de empleados que trabajan en estos sitios de actividades económicas. El objetivo de este análisis es estimar las pérdidas económicas y humanas que pueden llegar a presentar en Monterrey debido a la presencia de fenómenos naturales o antropogénicos que se elaboran en este Atlas.

La metodología desarrollada se apegó al documento de Seguridad Hídrica en la Ciudad de México: Riesgos de Inundaciones, que se describe en el apartado de Producción económica, donde se utiliza información desagregada hasta subsistema, pero en este apartado se utilizaron todas las clases que van desde sector hasta clase, esto debido a la disponibilidad de información en la base de dato del Censo económico (OSH COLMEX, 2019).

A partir de la clasificación del SCIAN, los insumos del DENUE de INEGI y el Censo económico tienen un campo común y con ello es posible realizar estimaciones que muestran una distribución y la producción estimada por cada giro mercantil.

1.º Paso

Se estableció la producción per cápita, que resulta de la división entre la producción económica de cada subsistema y la población empleada estimada total de dicho subsistema.



2° Paso

Estimada la producción per cápita de los subsectores económicos, se calculó la producción pertinente a cada giro mercantil de acuerdo con la población mediana del giro y la producción per cápita.

La producción por giro se multiplicó por un millón, y así se obtiene la producción anual, y en el caso de la producción diaria se divide entre 365.



Los valores resultantes se empataron con las manzanas del Municipio para poder visualizar de una mejor manera el mapa de producción económica y número de empleados, la relación de ambos resultados ayuda a comprender si existe relación entre la producción económica de las unidades económicas con el número de empleados que laboran en el sitio.

Resultado

El mapa SE-01 muestra la distribución de la producción económica diaria, con un promedio de $83,140.32 pesos. Las empresas con mayor producción económica se concentran principalmente en la delegación centro, debido a su atractivo turístico y alta densidad poblacional.

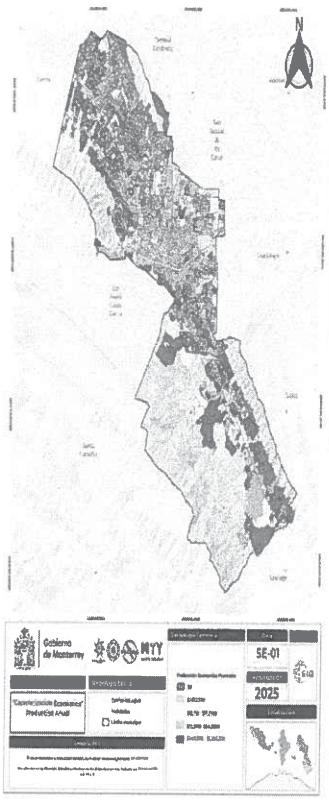
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



11.4. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores

Dado el gran dinamismo que caracteriza a las ciudades y su interacción con el ambiente y la sociedad, es fundamental actualizar periódicamente los escenarios de peligros y riesgos, y documentarlos en guías que faciliten su comprensión. Estas guías son esenciales para que dichos escenarios cumplan su papel como moderadores en la planificación del desarrollo y en la implementación de políticas orientadas a la construcción de la resiliencia.

En este contexto, un Atlas de Riesgos se convierte en una herramienta clave para la toma de decisiones en materia de planificación territorial y reducción de riesgos, proporcionando una perspectiva territorial clara y operable.

El Atlas de Peligros y Riesgos contribuye a fortalecer la resiliencia del municipio al mejorar las capacidades técnicas y la comprensión del riesgo de desastres por parte de las autoridades encargadas de regular y planificar el desarrollo municipal.

Siguiendo los lineamientos técnicos establecidos por el CENAPRED, la información contenida en el Atlas de Riesgos tiene como objetivo abordar los diferentes componentes del riesgo identificados en el municipio e integrarlos en insumos que permitan comprender y gestionar el proceso de construcción de riesgos, para la formulación de políticas de gestión integral de riesgos.

Cada fenómeno perturbador ha sido representado cartográficamente de acuerdo con lo establecido en la "Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos" y sus respectivos anexos, publicados en el Diario Oficial de la Federación, Tomo DCCLIX, No. 15, el 21 de diciembre de 2016, por el CENAPRED. Esta representación se realiza en función de la información disponible y conforme a la estructura programática establecida para el desarrollo de este instrumento.

Los mapas de peligro son representaciones espaciales y temporales que muestran los resultados del análisis o modelación de fenómenos perturbadores, expresando la frecuencia o tasa de excedencia de las variables que los caracterizan.

El principal objetivo de la actualización del Atlas de Peligros y Riesgos es la identificación precisa de las zonas de riesgo, considerando la información más actualizada y disponible para caracterizar el proceso de construcción territorial de cada fenómeno. Por ello, en cada municipio se pone especial énfasis en la identificación de los sistemas vulnerables ante

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

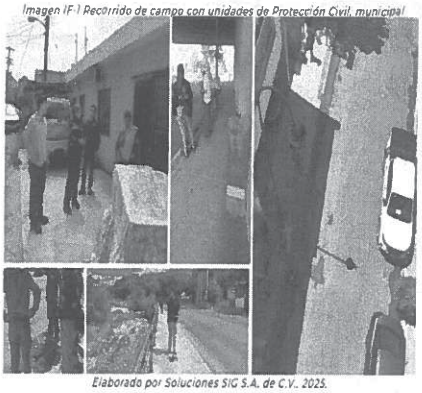
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

fenómenos perturbadores en sus cinco categorías: geológicos, hidrometeorológicos, químico-tecnológicos, Sanitario-Ecológicos y Socio-organizativos.

A continuación, se representa la ubicación geoespacial de los sitios en los que se realizaron inspecciones técnicas en campo, con el objeto de obtener información territorial que de soporte y verificación a la generación de los resultados de los diversos modelamientos de peligros y susceptibilidad abordados en las temáticas del presente Atlas.

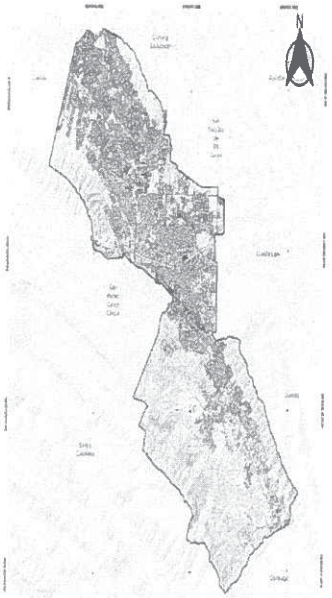
Cubriendo un total de 48 sitios visitados y el sobrevuelo con equipos dron de 18 sitios críticos señalados por las autoridades municipales.

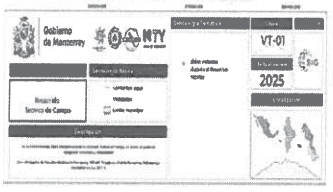
Imagen IF-1 Recorrido de campo con unidades de Protección Civil, municipal



Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., 2025.

Atlas Municipal de Riesgos





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

12. FENÓMENOS GEOLÓGICOS

12.1. Inestabilidad de Laderas

Los procesos geodinámicos, tanto internos como externos, generan transformaciones continuas en la superficie terrestre. Entre ellos destacan la tectónica, la sismicidad, la meteorización y la acción de la gravedad, que pueden dar origen a fenómenos de inestabilidad de laderas. Estos procesos actúan de manera natural con el propósito de alcanzar un nuevo estado de equilibrio ante las condiciones geológicas, estructurales y climáticas del entorno. Con el paso del tiempo, la morfología de las laderas se modifica constantemente para ajustarse a dichos cambios.

Las áreas con mayor susceptibilidad a movimientos de ladera suelen ubicarse en regiones caracterizadas por fuertes pendientes, intensa meteorización y erosión, actividad sísmica frecuente, y presencia de litologías blandas o poco competentes. En estos sitios, los procesos de remoción en masa se desarrollan con mayor facilidad, especialmente cuando se combinan factores naturales con la intervención humana.

La inestabilidad de laderas, que incluye fenómenos como deslizamientos, flujos, caídos o derrumbes, representa un peligro significativo tanto para zonas urbanas como rurales, afectando infraestructuras, vías de comunicación y a la población misma. En las últimas décadas, la ocurrencia de estos fenómenos se ha incrementado debido a la expansión urbana descontrolada, la deforestación y la modificación del uso del suelo para actividades agrícolas o habitacionales. Dichas acciones reducen la capacidad de retención del terreno y alteran su equilibrio natural.

Asimismo, los fenómenos hidrometeorológicos, particularmente la precipitación intensa o prolongada, desempeñan un papel determinante al facilitar la saturación del suelo y aumentar la presión de poros en los materiales superficiales. Esto debilita la cohesión de las partículas y favorece la movilización superficial o profunda de la capa alterada, provocando movimientos gravitacionales que pueden desencadenar deslizamientos o derrumbes.

Las principales causas que los provocan son antrópicas, morfológicas, biológicas, geológicas y físicas, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla GEO-A-01. Principales movimientos de laderas

Geológicas	• Litología blanda o poco competente (arcillas, lutitas, o lobas). • Presencia de planos de debilidad (estratificación, foliación, fallas, diaclasas, fracturas). • Alteración mineral o meteorización profunda de la roca. • Inclinación de los estratos en la misma dirección de la pendiente. • Presencia de materiales coluviales o suelos residuales inestables.
Morfológicas	• Pendientes pronunciadas o abruptas. • Cortes naturales o artificiales en taludes. • Sobrecarga en la parte superior de la ladera. • Concavidad o morfología de tipo canal en la ladera. • Incisión fluvial o erosión basal de ríos, arroyos o escurrimientos. • Reducción del soporte en la base de la ladera por erosión o excavaciones.
Biológicas	• Pérdida de cobertura vegetal o deforestación. • Raíces que generan fracturas o alteran la estructura del suelo. • Actividad de animales excavadores. • Procesos de degradación del suelo por sobrepastoreo o incendios forestales.
Antrópicas	• Construcción de caminos, carreteras o cortes sin medidas de estabilización. • Excavaciones en la base de laderas para obras civiles o mineras. • Sobrecarga por edificaciones o acumulación de materiales. • Modificación del drenaje natural o canalización inadecuada. • Mal manejo de aguas residuales o pluviales. • Vibraciones por maquinaria o explosiones. • Cambio de uso de suelo y urbanización en zonas inestables.
Físicas	• Lluvias intensas o prolongadas que saturen el suelo. • Cambios bruscos de temperatura (expansión y contracción de materiales). • Fusión de nieve o incremento de humedad por infiltración. • Sismos que generan vibraciones y pérdida de cohesión. • Cambios en el nivel freático o aumento de la presión de poros. • Procesos de meteorización física o química acelerada.

Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., 2025.

La inestabilidad de laderas se encuentra condicionada por diversos mecanismos que determinan su origen, evolución y tipo de movimiento. En función de estos parámetros, los procesos de remoción en masa se clasifican en cuatro categorías principales y una de tipo combinado, derivada de la interacción entre ellas.

Los cinco tipos principales de procesos de remoción en masa son los siguientes:

1. Caídos o derrumbes: movimientos súbitos de fragmentos de roca o suelo que se desprenden de pendientes abruptas, acantilados o cortes artificiales, siendo comunes a lo largo de carreteras y taludes inestables.
2. Deslizamientos: desplazamientos masivos de materiales de ladera que se mueven sobre superficies planas o cóncavas, también conocidos como desgajamientos.
3. Flujos: movimientos en los que las partículas o fragmentos del suelo y roca se comportan como un fluido. Pueden ser lentos o muy rápidos, y su grado de humedad

MTY AQUÍ SE RESUELVE

varia desde seco hasta saturado. En México, predominan los flujos rápidos y húmedos (Alcántara-Ayala, 2000).

4. Expansiones o desplazamientos laterales: deformaciones horizontales del terreno asociadas con materiales arcillosos o suelos saturados que se expanden y contraen ante cambios de humedad.
5. Movimientos complejos: combinaciones de dos o más de los tipos anteriores, donde un proceso primario (por ejemplo, un deslizamiento) puede evolucionar hacia otro (como un flujo).

En conjunto, estos procesos reflejan la interacción entre factores naturales y antrópicos que alteran el equilibrio del relieve, y su comprensión resulta esencial para la gestión del riesgo y la planificación territorial, especialmente en zonas con antecedentes de movimientos de ladera.

Antecedentes

El municipio de Monterrey históricamente ha sufrido afectaciones por movimientos de laderas, principalmente en las zonas con pendientes abruptas donde las lluvias fungen como factor detonante. De acuerdo con el mapa de inventarios de movimiento, a la fecha se tienen registrados un total de 16 movimientos, los cuales han dejado a su paso cuantiosos daños económicos y pérdidas humanas. La siguiente tabla muestra las principales características de cada uno de ellos:

Tabla CEO-A-02. Antecedentes de deslizamientos de ladera en Monterrey.

Loma Larga	366649.65	2839082.268	Deslizamiento en Loma Larga observado desde Av. Menonas Prieto en octubre 2006.
Las Lajas	369483.52	2842594.29	Movimiento de masas afectando dos casas en Residencial Las Lajas el 21 de septiembre del 2003.
Ciudad Satélite	372729.37	2832209.90	Movimiento de deslizamiento observado en Cd. Satélite el 21 de marzo de 2004.
Colonia San Jerónimo	362870.02	2840630.52	Presencia de 3 grandes grietas, deslizamiento traslacional, afectando a casas e infraestructura el 25 de julio de 2005.
Cerro del Mirador (Nuevo León)	367262.63	2835718.38	Caída de rocas con una persona fallecida el 26 de septiembre de 1968.
Cerro Mirador	368816.26	2833903.94	Caída de rocas observada por vecinos, cerca del Club Sonoma en mayo de 2021.
Cerro La Campana	369499.41	2836259.94	Evacuación de familias por fuertes lluvias y flujo de lodo.
Colonia Salvador Allende	365313.90	2844887.275	Caída de rocas, Topo Chico el 18 de abril del 2023.
Flanco oeste del Cerro de la Silla	374313.35	2834310.55	Grandes bloques desprendidos observados en campo en marzo del 2022.
Colonia Alfonso Reyes	368470.95	2837432.52	Caída de rocas, desprendimiento de 250 toneladas el 22 de junio de 2007.
Colonia Salvador Allende	365455.18	2846652.23	Desprendimiento de 300 toneladas el 24 de septiembre de 2008.
Fraccionamiento Antigua	368643.22	2835956.69	Deslizamiento de talud de tierra en una obra ubicada en Fraccionamiento Antigua. Afectaciones a vivienda cercanas y pérdidas humanas, 22 de noviembre de 2011.
Las Colinas Residencial	361319.18	2842944.42	Evento ocurrido el 12 de octubre de 2004.
Parque Ecológico Chipinque A.B.P.	363402.24	2834705.20	Flujo de escombros, octubre de 1998.
Lomas del Campestre	364920	2837358.62	Deslizamiento y flujo de escombros el 5 de octubre del 2010 asociado al Huracán Keith.
Colonia Lomas del Paseo	369454.36	2838830.28	Caída de roca de 10 toneladas, daño a coche particular, 16 de octubre de 2021.
Colonia Unidad Pedreras	365477.28	2848596.36	Deslizamientos de rocas que dañaron dos casas, una de las viviendas resultó semi destruida. Las rocas eran de por lo menos cuatro metros, junio del 2024.
Blvd. Antonio L. Rodríguez	362703.55	2839960.48	Afectación entre Gonzalitos y puerta Miravalle, donde un talud de aproximadamente 9 metros se deslavó, lo que generó afectación en la circulación, diciembre del 2024.

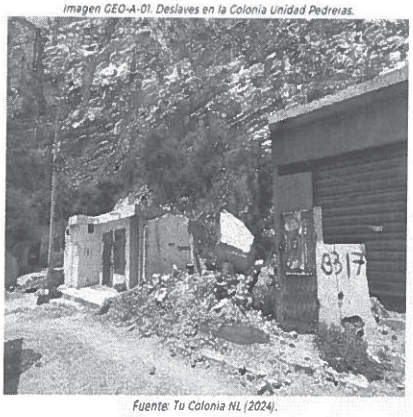
Fuente: Landslides: Causes, Types and Effects. Natural Disaster Research, Prediction and Mitigation Series (Pp.73- 104) Edition: 1Chapter: 2Publisher: Nova Science Publishers, Inc. New York editors: Ernest D. Werner AND HUGH P. Friedman.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

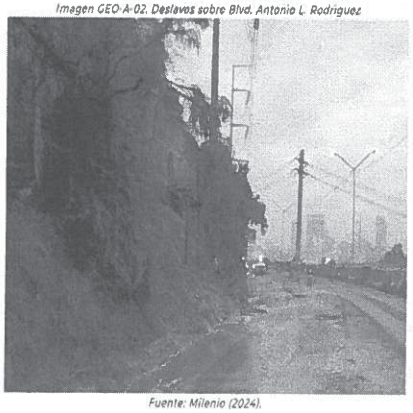
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen GEO-A-01. Deslaves en la Colonia Unidad Pedreras.



Fuente: Tu Colonia NL (2024).

Imagen GEO-A-02. Deslaves sobre Blvd. Antonio L. Rodriguez



Fuente: Milenio (2024).

Memoria de calculo

Se propuso esta metodología para estimar cuantitativamente el peligro de deslizamiento y expresarse cualitativamente, basada en la asignación de valores numéricos a cada uno de los factores influyentes. Tales factores reúnen aspectos topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales, y han sido englobados en un formato de evaluación de campo que los toma en cuenta según sus atributos. En ese formato se resume la metodología que surgió como una necesidad de las autoridades de Protección Civil de la sociedad en general de contar con un documento teórico-práctico que les sirva como guía para elaborar sus mapas de peligros y riesgos ante el problema de la inestabilidad de laderas.

En función de la suma total de las calificaciones asignadas a cada uno de los factores, se establecen cinco grados del peligro por PRM, desde muy bajo hasta muy alto (CENAPRED, 2021).

A continuación, se presentan los formatos sugeridos por CENAPRED.

Tabla GEO-A-03. Formato para la estimación de peligro de deslizamiento de laderas para factores topográficos e históricos.

Factor	Intervalos o categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Inclinación de taludes	Mas de 45°	2.0	Valor estimado en gabinete y campo.	
	35° a 45°	1.8		
	25° a 35°	1.4		
	15° a 25°	1.0		
	Menos de 15°	0.5		
Altura	Menos de 50 m	0.6	Valor estimado en gabinete y campo.	
	50 a 100m	1.2		
	100 a 200m	1.6		
	Más de 200m	2.0		
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, aviso o región	No se sabe	0.3	Valor estimado en gabinete, campo y datos históricos.	
	Algunos someros	0.4		
	Sí, incluso con fecha(s)	0.6		

Fuente: CENAPRED, 2021

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Tabla GEO-A-04. Formato para la estimación de peligro de deslizamiento de laderas para factores geotécnicos.

Factor	Intervalos o categorías		Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.		1.5 a 2.5	Valor estimado en gabinete y campo.	
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.		1.2 a 2.0		
	Suelos arcillosos consistentes o arena limosos compactos.		0.5 a 1.0		
	Rocas sedimentarias (arenisca, conglomerados, etc.) y tobas competentes.		0.3 a 0.5		
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita).		0.2 a 0.4		
Aspectos estructurales en formaciones rocosas	Espesor de la capa de suelo.	Menos de 5 m	0.5		
		5 a 10 m	1.0		
		10 a 15 m	1.4		
		15 a 20 m	1.8		
	Echado de la discontinuidad.	Menos de 15°	0.3	Trabajo de campo.	
		25° a 35°	0.6		
		Mas de 45°	0.9		
	Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.	Mas de 10°	0.3	Trabajo de campo.	
		0° a 10°	0.5		
		0°	0.7		
		0° a -10°	0.8		
		Menos de -10°	1.0		
	Ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud.	Mas de 30°	0.2	Trabajo de campo.	
		10° a 29°	0.3		
		Menos de 5°	0.5		

Fuente: CENAPRED, 2021.

Tabla GEO-A-05. Formato para la estimación de peligro de deslizamiento de laderas para factores geomorfológicos y ambientales.

Factor	Intervalos o categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Evidencias geomorfológicas de "nuecos" en laderas contiguas	Inexistentes	0	Trabajo de campo.	
	Volúmenes moderados	0.5		
	Grandes volúmenes faltantes	1.0		
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana	2.0	Trabajo de gabinete y corroboración de campo.	
	Cultivos anuales	1.5		
	Vegetación intensa	0		
	Rocas con raíces de arbustos en sus fracturas	2.0		
	Vegetación moderada	0.8		
	Área deforestada	2.0		
Regimen del agua en la ladera	Nivel freático superficial	1.0	Trabajo de campo	
	Nivel freático inexistente	0		
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma	1.0		

Fuente: Elaboración de acuerdo con CENAPRED 2021.

Al sumar las calificaciones de cada parámetro se clasifica la susceptibilidad en valores cualitativos desde muy bajo hasta muy alto, permitiendo así la fácil interpretación para autoridades de gobierno y ciudadanía.

Tabla GEO-A-06. Estimación de peligro de deslizamiento

1	Peligro muy bajo	Menos de 5
2	Peligro bajo	5 a 7
3	Peligro moderado	7 a 8.5
4	Peligro alto	8.5 a 10
5	Peligro muy alto	Mas de 10

Fuente: CENAPRED, 2021.

Para la obtención de cada uno de los factores condicionantes de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas se utilizaron datos de diversas fuentes de información, tanto espaciales como históricas.

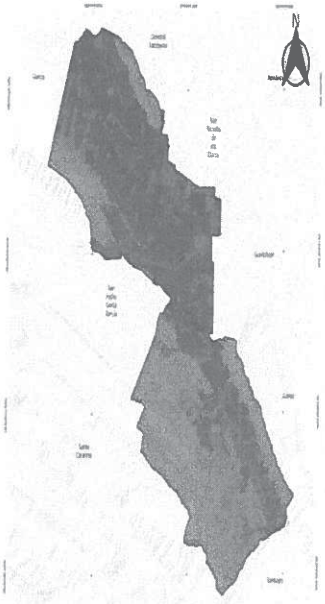
Para la obtención de este criterio se generó un mapa de pendientes generado a partir del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) proporcionado por el municipio, con resolución de 0.5 por 0.5 m.

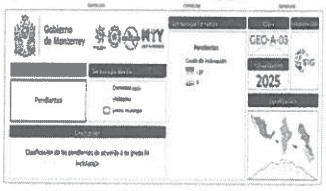
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Atlas Municipal de Riesgos





Inclinación de taludes

La inclinación de los taludes (pendiente) se define como la relación que existe entre el desnivel y la distancia horizontal entre un punto y otro. Se expresa en porcentaje o en grados. Este es considerado como uno de los principales factores condicionantes de la inestabilidad de laderas.

Una vez generado el mapa, se procedió a determinar los intervalos de inclinación y su correspondiente peso relativo con el que contribuyen a la inestabilidad de laderas. En general, inclinaciones más fuertes tendrán una mayor influencia a generar propensión a la inestabilidad, por lo tanto, las zonas de mayor inclinación tendrán el valor máximo de susceptibilidad relativa, en tanto que pendientes más suaves o menos abruptas, tendrán los valores más bajos de susceptibilidad.

Altura

La altura se define como la distancia perpendicular entre el fondo del valle y la corona del talud o ladera. Este parámetro es fundamental en la evaluación de la estabilidad, ya que, a mayor altura, mayor es la energía potencial acumulada en el macizo o material que compone la ladera. Esta energía potencial incrementada intensifica la influencia de la fuerza gravitacional, lo que a su vez aumenta la probabilidad de que se generen procesos de inestabilidad.

Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región

El análisis de antecedentes de deslizamientos en un sitio, área o región constituye un elemento fundamental para evaluar la susceptibilidad y el riesgo asociado a la inestabilidad de laderas. El registro de eventos previos permite identificar patrones de ocurrencia, determinar las características de los movimientos del terreno y reconocer las condiciones geológicas, geomorfológicas y climáticas que los favorecieron.

Además, contar con esta información histórica brinda la posibilidad de afirmar con mayor certeza la probabilidad de que se presenten futuros deslizamientos, especialmente cuando intervienen agentes detonadores ya conocidos, como lluvias intensas o prolongadas, cambios en el uso de suelo, cortes o excavaciones en taludes, sismos, pérdida de vegetación y procesos de erosión.

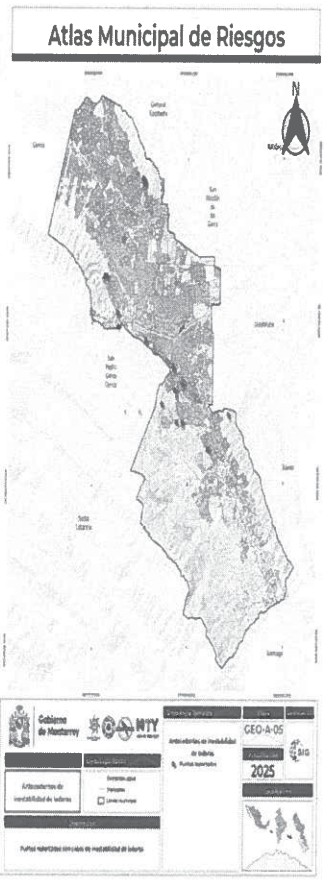
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





TIO

MTY
AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tipos de suelos o rocas

Entre los diversos factores que influyen en la estabilidad o inestabilidad de las laderas, la litología destaca como uno de los principales, debido a los múltiples componentes que la conforman, como la porosidad, el grado de fracturamiento y la capacidad de saturación, entre otros.

El municipio se caracteriza por la presencia de rocas calcáreas plegadas, las cuales exhiben diversos sistemas de fracturamiento con alta densidad de discontinuidades.

Imagen GEO-A-02. Punto de verificación geológica en colonia Unidad Pedreras.



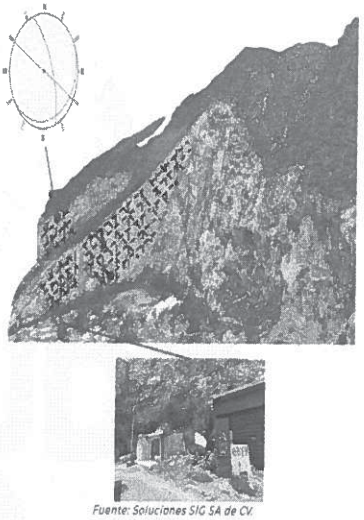
Fuente: Soluciones SIG SA de CV.

Geología estructural

La presencia de discontinuidades como fracturas o planos de estratificación van a favorecer la inestabilidad si son abundantes. Otros factores importantes son ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud, echado de la discontinuidad y ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.

En la colonia Unidad Pedreras se identificó que 3 sistemas de fracturamiento principales son los detonantes para la caída de bloques de gran tamaño como se muestra en la imagen GEO-A-03.

Imagen GEO-A-03. Sistemas principales de fracturamiento en la colonia Unidad Pedreras.



Fuente: Soluciones SIG SA de CV.

La estabilidad de un macizo rocoso está condicionada principalmente por su fábrica estructural. La presencia de discontinuidades, tales como fracturas, diaclasas o planos de estratificación, actúa como el principal factor de inestabilidad, especialmente cuando su densidad es elevada. De acuerdo con Vallejo L. (2002), en los macizos rocosos son estas discontinuidades las que determinan la ubicación y geometría de los planos de rotura.

El fenómeno de desprendimiento se caracteriza por la separación repentina de un bloque desde una pared escarpada, seguido de una caída libre, rebote o rodadura. A diferencia de los deslizamientos lentos, el desprendimiento ocurre cuando el corte del talud descalza la base del bloque, eliminando el apoyo físico de las familias de discontinuidades.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

111

De acuerdo con González de Vallejo (2002), en macizos con sistemas de fracturación ortogonal, la presencia de tres familias de planos (generalmente dos juegos de diaclasas verticales y un plano de estratificación horizontal) facilita la liberación de bloques cúbicos. Para que este proceso se inicie, es necesario que las discontinuidades verticales actúen como planos de liberación y que la inclinación del plano basal sea suficiente para que la gravedad venza la resistencia.

Para que el desprendimiento sea cinemáticamente posible, el sistema debe cumplir con las siguientes condiciones estructurales:

1. Descalce de planos: El ángulo del talud (ψ) debe ser mayor que el buzamiento del plano base. (α).
2. Superación de la fricción: El buzamiento del plano basal debe ser mayor que el ángulo de fricción interna de la discontinuidad ($\alpha > \phi$).
3. Liberación lateral: Deben existir al menos dos familias de fracturas con rumbos subparalelos o transversales que corten el bloque del resto del macizo.

En la colonia Unidad Pedreras se identificó que 3 sistemas de fracturamiento principales son los detonantes para la caída de bloques de gran tamaño como se muestra en la imagen GEO-A-03.

Tabla Geo-A-07. Direcciones principales de planos involucrados en el macizo rocoso.

1	065	20°
	060	25°
	058	22°
2	300	89°
	310°	88°
	220	90°
3	340	75°
	341	72
	336	69°

Fuente: Elaboración propia dentro de los recorridos de campo.

En el apartado "11.4. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores", se describen los puntos visitados en campo.

Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas

En algunos cortes carreteros donde se observa material acumulado al pie del talud, así como en zonas como la Unidad Pedreras, donde bloques de diversos tamaños se localizan a lo largo de la base del talud y se identifican huecos o desprendimientos recientes en la pared, se evidencia la ocurrencia de procesos de caída de rocas. Estos indicios reflejan inestabilidad en el talud y sugieren que continúan produciéndose desprendimientos, ya sea por meteorización, fracturamiento del material, vibraciones del tránsito vehicular o infiltración de agua.

Uso de suelo y vegetación

La cobertura vegetal en una ladera es considerada, por lo general, como un elemento de estabilidad, ya que la presencia de arbustos y árboles contribuyen a la resistencia del terreno y reducen el impacto de los procesos erosivos debidos a los escurrimientos generados por lluvias intensas. Por otra parte, los asentamientos humanos y la acción antropogénica generan una profunda transformación del paisaje y del medio, por lo que se han convertido en un factor clave en la inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2020).

El cambio de la vegetación natural incide en el patrón de escorrentía que se presenta en la ladera, debido a que este cambio involucra una modificación en la distribución espacial y densidad de las plantas, que puede llevar a crear sitios de concentración de la escorrentía formándose canales de drenaje más pronunciados, transportando mayor cantidad de agua a la zona baja de la ladera con el consecuente aumento de la erosión.

Además, los cambios de uso de suelo originan la aparición de vegetación de tipo secundaria la cual, no produce los mismos beneficios a la superficie del suelo y sustrato rocoso que la vegetación original.

Se procesó una imagen satelital Landsat 8 para diferenciar mejor la expansión de la zona urbana y la distribución de la cobertura vegetal, esta necesidad surge por la desigualdad entre la capa de uso de suelo y vegetación que está disponible en INEGI y la extensión actual del área metropolitana.

Régimen del agua en la ladera

La presencia de emanaciones de agua o acumulación cercanos a la ladera disminuye la estabilidad al aumentar el peso del talud y disminuir la cohesión de los materiales.

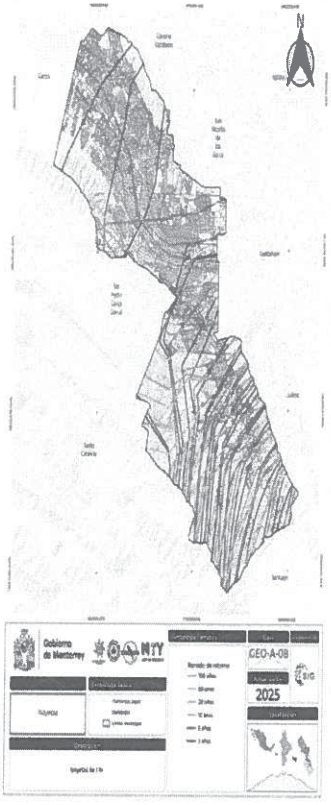
La anterior metodología considera los agentes condicionantes, por lo que el producto será un mapa de susceptibilidad. Para obtener un mapa de peligros es necesario considerar los agentes detonantes como son los sismos y las lluvias. En Monterrey los procesos de remoción en masa están relacionados a la acción de lluvias ya que la sismicidad es mínima para ser considerada, por este motivo en el análisis de peligro serán excluidos los sismos, los mapas de peligros se presentan a tiempos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años tomando como referencia las isoyetas con milímetros de lluvia para 24 horas como se muestra en el mapa GEO-A-08

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Con base en lo analizado en los trabajos recopilatorios, así como dentro de lo encontrado en los trabajos de campo, se consideraron los siguientes factores por grupo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla GEO-A-08. Antecedentes de deslizamientos

Factor	%Factor	%Por grupo
Inclinación de los taludes	15	30
Altura	12	
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	3	
Tipos de suelos o rocas	24	40
Aspectos estructurales en formaciones rocosas	16	
Evidencias geomorfológicas de "nuecos" en laderas contiguas	4	30
Vegetación y uso de la tierra	19	
Régimen del agua en la ladera	7	

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG SA de CV.
con base en el Mapa Nacional de Susceptibilidad a la Inestabilidad de Laderas.

Para determinar los valores de la tabla GEO-A-07, basada en el Mapa Nacional de Susceptibilidad a la Inestabilidad de Laderas, se tomó como referencia la geología y la fisiografía del municipio. En este sentido, factores como la inclinación de los taludes, la altura, el tipo de suelo o roca y las características estructurales constituyen los elementos que aportan los mayores valores dentro de la ponderación.

Por otra parte, la disminución de la cobertura vegetal a causa de nuevos asentamientos humanos en las zonas serranas incrementa significativamente el valor asignado al factor de vegetación y uso de suelo, debido a su influencia directa en la estabilidad del terreno.

Las siguientes tablas representan dos ejemplos de aplicación de la metodología en dos sitios con antecedentes de inestabilidad de laderas, con datos obtenidos en gabinete y visitas de campo.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Tabla GEO-A-09. Resultados obtenidos para el Cerro de la Campana

Inclinación de taludes	1.4
Altura	1.6
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	0.3
Tipo de suelos o rocas	2.34
Espesor de la capa de suelo	0.5
Echado de la discontinuidad	0.9
Angulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud	0.3
Angulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud	0.3
Evidencias geomorfológicas de "nuecos" en laderas contiguas	0
Vegetación y uso de la tierra	2
Régimen del agua en la ladera	0

Fuente: Soluciones SIG SA de CV.

Tabla GEO-A-10. Resultados obtenidos para el Cerro Topo Chico

Inclinación de taludes	1.8
Altura	2
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	0.6
Tipo de suelos o rocas	1.88
Espesor de la capa de suelo	0.5
Echado de la discontinuidad	0.9
Angulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud	0.3
Angulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud	0.2
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	1
Vegetación y uso de la tierra	0.8
Régimen del agua en la ladera	0

Fuente: Soluciones SIG SA de CV.

Resultados

En la siguiente figura se presenta el mapa resultante de susceptibilidad a inestabilidad de laderas; la susceptibilidad se representa en valores desde muy bajo a muy alto, así como lo expresa la tabla 44. La mayor parte del área urbana de Monterrey se encuentra en valores de muy bajo, las zonas con susceptibilidad muy alta y alta se encuentran en las laderas y taludes ubicados en los cerros Topo Chico, Mitras, Cerro de la Silla y Cumbres de Monterrey. Estos sitios se caracterizan por fuertes pendientes y deforestación, así como la alteración de la pendiente original debido al establecimiento de asentamientos irregulares o construcciones nuevas.

La metodología anteriormente descrita considera únicamente a los agentes condicionantes, por lo que el mapa resultante es un modelo de susceptibilidad.

Se ha descrito que en el municipio de Monterrey los procesos de remoción en masa tienen como factor detonante a las lluvias ya que la sismicidad es mínima en la región para ser considerada.

El CENAPRED en 2019 con la publicación de la actualización del mapa Nacional de Peligro por Inestabilidad de Laderas, definió los umbrales de lluvia que detonan inestabilidad de laderas a partir de casos documentados por cada entidad federativa en las principales regiones propensas a deslizamientos, estableciendo para el Estado de Nuevo León umbrales de lluvia acumulada en 24 horas.

Estos umbrales de lluvia considerados como factor de peligro corresponden aproximadamente al 24% de la lluvia promedio anual que es de 613 mm anuales para esta entidad federativa, categorizando así los eventos de lluvia.

- 150 mm en un rango de peligro muy alto, ya que, al rebasarse este valor, podrían presentarse varios deslizamientos de dimensión y volumen grande, cuyos efectos serían devastadores en zonas pobladas.
- 112 mm en un rango de peligro alto, ya que al rebasarse este valor podría presentarse al menos un deslizamiento de dimensión y volumen grande, con daños considerables si el evento sucede en una zona poblada o tramos carreteros.
- 75 mm en un rango de peligro medio, rebasando este valor podrían presentarse caídos de roca o deslizamientos de tierra pequeños o moderados, principalmente en cortes carreteros o de taludes.

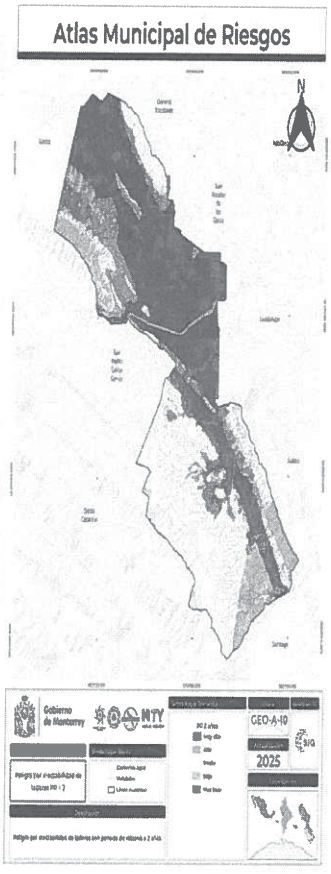
A partir de la cartografía de isoyetas de precipitación acumulada en 24 horas para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, se determinó la zonificación de peligro por lluvias acumuladas. Empleando la técnica de algebra de mapas, se conjugaron las categorías de peligro con el modelo de susceptibilidad para cada periodo de retorno por lluvias, obteniendo los índices de peligro por inestabilidad de laderas a 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





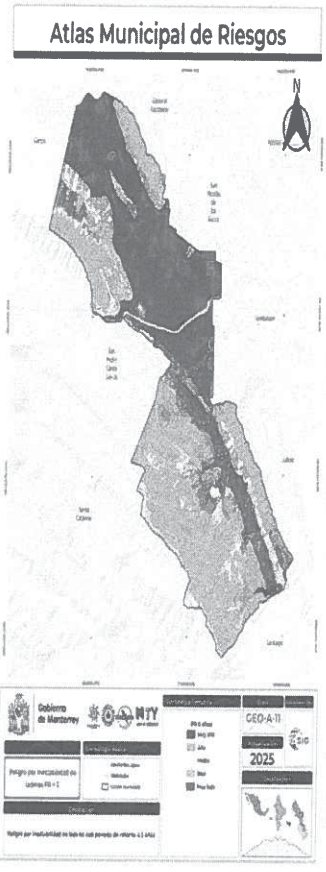
MTY AQUÍ SE RESUELVE

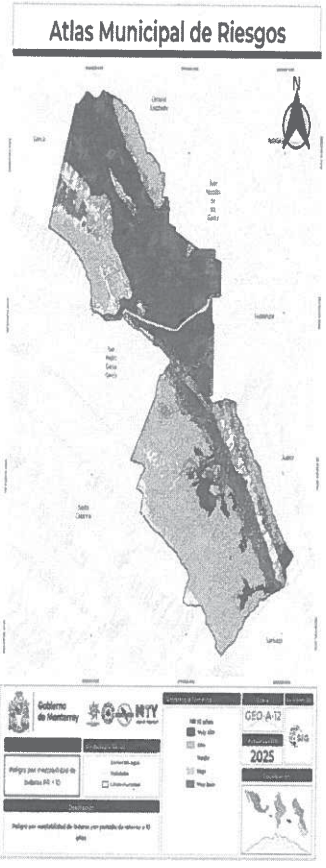
TI5

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





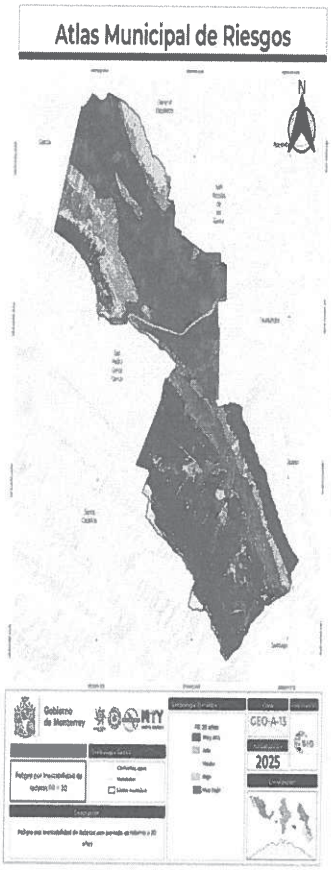
116

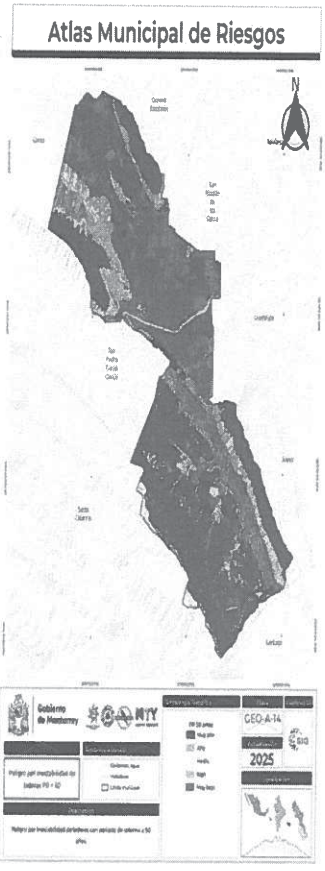
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

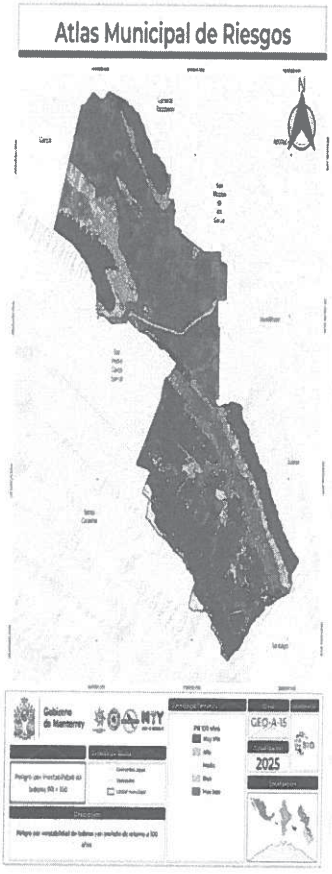
117

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

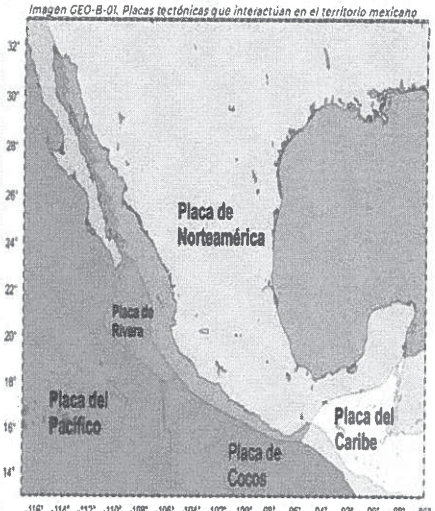
Atlas Municipal de Riesgos



12.2. Sismos

La superficie terrestre está formada por varias placas tectónicas que se desplazan sobre la astenosfera, una capa semisólida del manto que fluye lentamente debido a las corrientes de convección generadas por el calor interno de la Tierra. Estas placas interactúan entre sí creando distintos tipos de bordes: de subducción (como el que hay en la costa del Pacífico de México), de divergencia (como el que separa las dos mitades del Atlántico) y de transformación (como el que produce la Falla de San Andrés). Estas interacciones generan fricción que se acumula hasta que se libera bruscamente en forma de ondas sísmicas. Estas ondas se originan en el punto donde se produce el terremoto, llamado foco o hipocentro (y su proyección en la superficie se llama epicentro), y se propagan por todo el planeta.

Imagen GEO-B-01. Placas tectónicas que interactúan en el territorio mexicano



Fuente: Servicio Sismológico Nacional (SSN), 2023

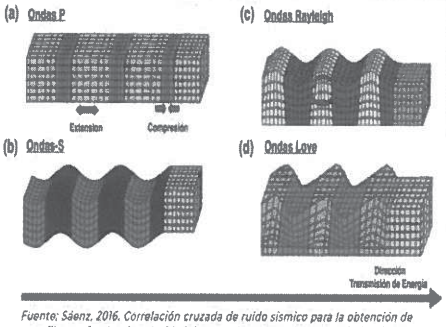
Los terremotos producen dos tipos de ondas: las de cuerpo y las superficiales (Aki and Richards, 2002). Las de cuerpo se dividen en ondas P y ondas S, que viajan por el interior de

MTY AQUÍ SE RESUELVE

la tierra. Las ondas P son las primeras en llegar y hacen que el medio se comprima y se expanda en la misma dirección que se mueven. Las ondas S llegan después y hacen que el medio se mueva en una dirección perpendicular a su avance. Las ondas superficiales son las que más daño causan y se originan por la interacción de las de cuerpo con la superficie y una capa cercana (Kramer, 1996).

Las ondas SV y SH son dos tipos de ondas de corte (ondas S) que se propagan por el interior de la tierra. Las ondas SV tienen un movimiento vertical y perpendicular a la dirección de propagación, mientras que las ondas SH tienen un movimiento horizontal y perpendicular a la dirección de propagación. Estas ondas se generan por la interacción de las ondas P con las discontinuidades del medio. Las ondas Rayleigh son una combinación de ondas P y SV que hacen que las partículas describan una elipse en el plano de propagación. Las ondas Love son una combinación de ondas SH que hacen que las partículas se desplacen solo en sentido horizontal y fuera del plano de propagación.

Imagen GEO-B-02. Esquema de los diferentes tipos de onda generados en un movimiento sísmico



Fuente: Sáenz, 2016. Correlación cruzada de ruido sísmico para la obtención de perfiles profundos de velocidad de onda de corte en la cuenca de Santiago.

Los sismos pueden ser de tres tipos, dependiendo de su origen específico:

Sismos tectónicos: Provocados por los movimientos de las placas tectónicas, que se clasifican en dos tipos: sismos interplaca, que resultan de la fricción en las zonas de contacto entre dos placas tectónicas, como el sismo que ocurrió el 19 de septiembre de 1985, de magnitud 8.1, que se originó en la costa de Michoacán y afectó principalmente a la Ciudad de México, causando miles de muertos y daños materiales; y sismos intraplaca, que suceden lejos de los bordes de la placa tectónica, por ejemplo el 19 de septiembre de 2017, de magnitud 7.1 con epicentro entre los límites de Morelos y Puebla, el cual dejó graves daños en los estados de Morelos, Puebla y la Ciudad de México.

Sismos volcánicos: Relacionados con la actividad volcánica, ya sea por la erupción de un volcán o por el movimiento de magma en el interior de la tierra. Suelen ser de menor magnitud y más frecuentes que los tectónicos.

Sismos de colapso: Provocados por el hundimiento o derrumbe de estructuras subterráneas, como cuevas, minas o cavernas. Suelen ser de muy baja intensidad y se sienten solo en las zonas cercanas al lugar del colapso.

Además de la sismicidad de origen natural, también existe la sismicidad causada por actividad humana que se conoce como sismicidad inducida. Se produce cuando la actividad humana altera las tensiones en la corteza terrestre y provoca un incremento en la actividad sísmica histórica en un ámbito concreto y durante un periodo de tiempo muy limitado. Algunas de las actividades humanas que pueden causar sismicidad inducida son:

- La minería, al extraer minerales y dejar huecos o provocar hundimientos en el subsuelo.
- La extracción de petróleo y gas, al disminuir la presión en los yacimientos y generar desequilibrios en las rocas.
- La producción de energía geotérmica, al inyectar agua a alta presión en el subsuelo para extraer el calor de las rocas.
- El rellenado de embalses con agua, al aumentar el peso sobre la superficie y modificar las tensiones en las fallas cercanas.
- La inyección de residuos líquidos o fluidos generados por el fracking, al lubricar las fallas y facilitar su deslizamiento.

La mayoría de los sismos inducidos son de baja magnitud y no causan daños significativos, pero en algunos casos pueden llegar a ser más fuertes y peligrosos.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Antecedentes

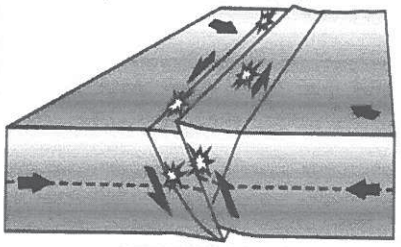
El noreste de México se caracteriza por una sismicidad de bajo nivel con magnitudes alrededor del rango 1.9 y 5.0. Los sismos ocurren con cierta frecuencia debido a la presencia de una zona de fallas geológicas conocida como la Curvatura de Monterrey. Esta zona se extiende desde el norte de Nuevo León hasta el sur de Coahuila, en la Sierra Madre Oriental y es una de las áreas sísmicas más activas del noreste de México, ya que se encuentra en el límite entre dos bloques tectónicos: el bloque de Coahuila y el bloque de Monterrey.

La Curvatura de Monterrey está compuesta por varias secuencias de rocas terrígenas y carbonatadas que datan del Mesozoico, principalmente del Triásico al Cretácico. Estas rocas fueron plegadas y fracturadas durante la orogenia Laramide y posteriormente intrusionadas por plutones emplazados durante el Oligoceno y Plioceno.

La Curvatura de Monterrey es un ejemplo de sismicidad intraplaca, es decir, que ocurre dentro de una placa tectónica y no en sus bordes. Los sismos que se producen en esta zona se deben al movimiento relativo entre los bloques tectónicos y a la reactivación de fallas antiguas que atraviesan la corteza terrestre.

Un modelo geodinámico conceptual de zonas de límite entre bloques (Mazzoti, 2007) es propuesto por Ramos-Zúñiga, et al. 2012, para explicar la distribución de la actividad sísmica observada en la Curvatura de Monterrey. La sismicidad se localiza a lo largo de zonas de debilidad cortical preexistentes, como alineamientos y fallas propuestas para esta región del país, según se muestra en la Sierra Madre Oriental.

Imagen CEO-B-03. Zona de Límite entre Bloques



Fuente: Ramos-Zúñiga, et al. 2012

El 28 de abril de 1841 se registró un sismo que se percibió en un radio cercano a 350 km, afectando regiones de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas y Tamaulipas, el evento ocasionó heridos y fallecidos en las inmediaciones de Saltillo (Galván-Ramírez y Montalvo-Arrieta, 2008). Con base en las descripciones históricas, se estima que alcanzó una Intensidad de Mercalli Modificada entre VI y VIII, dentro de una escala que va de I (no percibido) a X (daños muy severos), lo que indica un movimiento del suelo capaz de generar daños moderados a importantes en estructuras. Su magnitud probable se ubica entre M 6.0 y M 7.0, lo que lo posiciona como el sismo más intenso documentado en el noreste de México (Ramos-Zuñiga et al., 2012b).

Este terremoto figura entre los cuatro eventos más grandes de la provincia de Cuencas y Cordilleras, junto con los sismos de Bavispe, Sonora (1887, Mw 7.5), Parral, Chihuahua (1928, Mw 6.5) y Valentine, Texas (1931, Mw 6.4), lo que confirma que esta región presenta potencial para eventos sísmicos de magnitud significativa y además demuestra que, aunque la región presenta una sismicidad relativamente baja, es capaz de generar eventos de gran magnitud con periodos de recurrencia largos.

Esto subraya la necesidad de integrar la sismicidad histórica en los modelos de amenaza sísmica, mejorar la instrumentación en áreas con escasez de registros y considerar escenarios de magnitud ≥6 en el diseño estructural de infraestructura crítica y en la planeación urbana.

Metodología

Para evaluar el peligro sísmico, se siguió la metodología descrita por CENAPRED en Guía de Contenido Mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos, 2016.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

- Se elaboró un mapa de localizaciones epicentrales e hipocentrales de sismos ocurridos en la zona en estudio, considerando la información histórica hasta la fecha.
- Se incluyeron mapas de aceleración de terreno para periodos de retorno de 50, 100, 250, 500 y 1000 años.
- Se incorporó un mapa de zonificación geotécnica e intensidades, extraído de trabajos previos en el municipio.

Atlas Municipal de Riesgos



Resultados

El Servicio Sismológico Nacional (SSN), en lo que va del año 2023 ha registrado al menos 10 sismos con magnitudes entre 2.7 y 4.2 en Nuevo León. El más reciente ocurrió el 2 de mayo y tuvo una magnitud de 3.4. Se tiene un registro de 9 sismos ocurridos en el municipio, el de mayor magnitud ocurrió el 16 de marzo del 2022, con una magnitud de 3.9. El epicentro se localizó al sur del municipio, en la Sierra Madre Oriental, en los límites con Santa Catarina y Santiago, a una profundidad de 13.4 km.

Los sismos de mayor magnitud que se han registrado cerca de Monterrey ocurrieron el 20 de enero del 2010 a 5 km al sur de San Pedro Garza García y el 17 de abril del 2006 a 11 km al noroeste de Santiago. El primero tuvo una magnitud de 4 y una profundidad de 5 km. El segundo tuvo una magnitud de 4.3 y una profundidad de 16 km.

Estos sismos son generalmente imperceptibles o leves para la población, pero pueden causar daños en algunas estructuras o servicios. Sin embargo, puede ocurrir un sismo de mayor magnitud en la Curvatura de Monterrey, como el que ocurrió en 1841 y tuvo una magnitud estimada de 6.2. Este tipo de sismo podría generar consecuencias graves para la ciudad y sus habitantes, por lo que se recomienda estar preparados y seguir las normas de construcción y protección civil.

A continuación, se presentan los sismos históricos más relevantes registrados en las inmediaciones de Monterrey. En primer término, se incluyen aquellos eventos cuya ubicación se encuentra dentro de un radio aproximado de 200 km, es decir, los de mayor proximidad al área metropolitana y, por ende, con mayor potencial de impacto directo. Posteriormente, se muestran los sismos ocurridos a distancias menores de 500 km, los cuales, aunque más lejanos, representan movimientos telúricos de importancia regional que han contribuido a comprender el contexto sísmico del noreste de México y su influencia potencial sobre la ciudad de Monterrey.

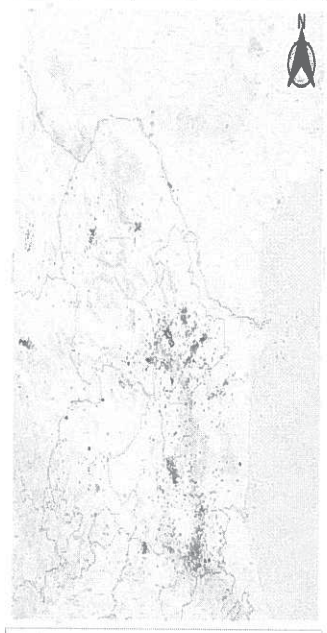
MTY AQUÍ SE RESUELVE

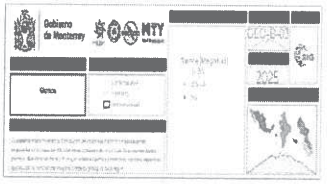
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





Regionalización sísmica

El mapa de regionalización sísmica de 2015 de CFE es un mapa que muestra la división de la República Mexicana en cuatro zonas sísmicas, según el manual de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La aceleración máxima del suelo es una medida de la intensidad de un sismo, que indica la variación de la velocidad del movimiento del suelo por unidad de tiempo. Se expresa en unidades de gravedad (g), que equivalen a 9.81 metros por segundo al cuadrado. La aceleración máxima del suelo es un factor importante para el diseño estructural de las edificaciones, ya que determina la fuerza sísmica que actúa sobre ellas. A mayor aceleración máxima del suelo, mayor es la fuerza sísmica y mayor es el riesgo de daños o colapso.

Estas zonas son:

- Zona I: Zona de baja sismicidad, con aceleraciones máximas del suelo menores a 0.1g. Comprende el estado de Nuevo León y por lo tanto el Municipio de Monterrey corresponde a la zona de menor peligro.
- Zona II: Zona de sismicidad moderada, con aceleraciones máximas del suelo entre 0.1 y 0.2g.
- Zona III: Zona de alta sismicidad, con aceleraciones máximas del suelo entre 0.2 y 0.4 g.
- Zona IV: Zona de muy alta sismicidad, con aceleraciones máximas del suelo mayores a 0.4g.

Los mapas de peligro sísmico constituyen un sistema de información cuantitativa en la República Mexicana en cuya elaboración participaron el Instituto de Ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), además del CENAPRED.

En el caso de los mapas de peligro como los que aquí se presentan, se da a conocer la distribución de las intensidades en términos de aceleración del terreno asociada a periodos de retorno. Esta información, aunque no es directamente aplicable en la población con fines de protección civil, es un elemento fundamental para especialistas en el diseño de nuevas construcciones y modificación o refuerzo de obras civiles existentes. En ellos se muestran aceleraciones máximas para terreno firme para un periodo de retorno dado.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Tabla GEO-B-01. Valores de aceleración máxima para 10, 100 y 500 años en Monterrey

TI	ZI	45

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (CFE). 2015. Nota: 1 Gal= 1 cm/s2.

Los periodos de retorno en sismos son una forma de expresar la probabilidad de que ocurra un sismo de determinada magnitud o superior en un periodo de tiempo dado. Se define como el tiempo promedio que transcurre entre dos sismos consecutivos de igual o mayor magnitud. Por ejemplo, un periodo de retorno de 100 años significa que la probabilidad de que ocurra un sismo de esa magnitud o mayor es de 1/100 = 0.01 o 1% cada año.

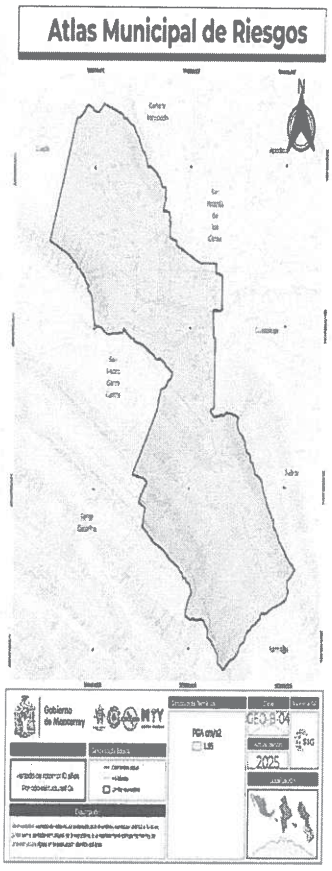
El periodo promedio de repetición de una aceleración mínima que puede producir daños importantes a las construcciones en Monterrey es de 8,638, con aceleraciones de 0.15g o mayores, según datos de CFE, es decir 0.000115767539 de probabilidad.

Para obtener la aceleración del terreno, se usó el programa PRODISIS, con el cual se seleccionó la ubicación de Monterrey y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla GEO-B-02. Aceleración Máxima del Terreno para distintos Periodos de retorno

10	0.01	2.08
	0.15	4.38
	0.5	2.89
	1	1.95
100	0.01	8.62
	0.15	20.78
	0.5	10.69
	1	5.86
500	0.01	22.12
	0.15	53.80
	0.5	24.87
	1	12.57

Fuente: Soluciones SIG S.A. de C.V.

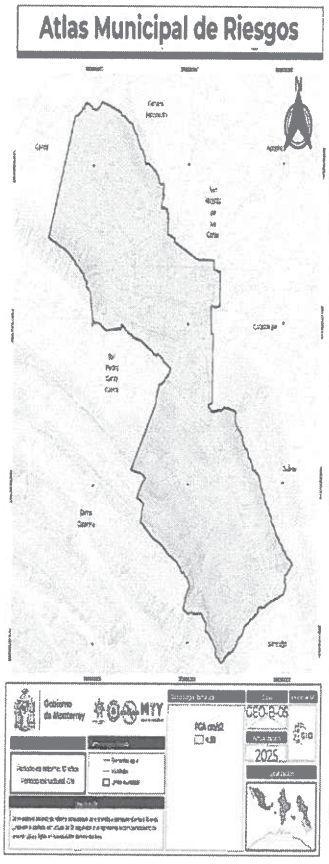


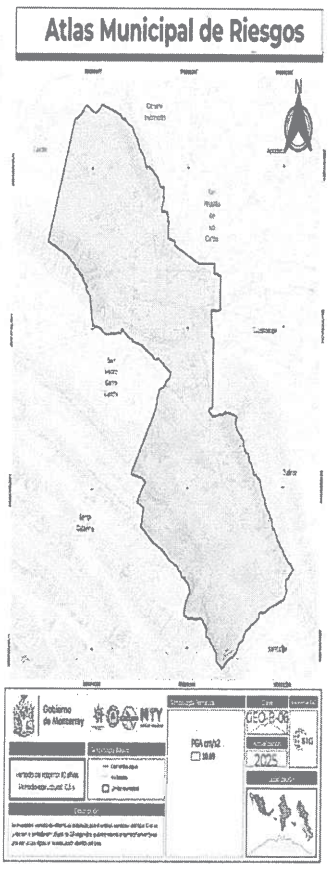
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



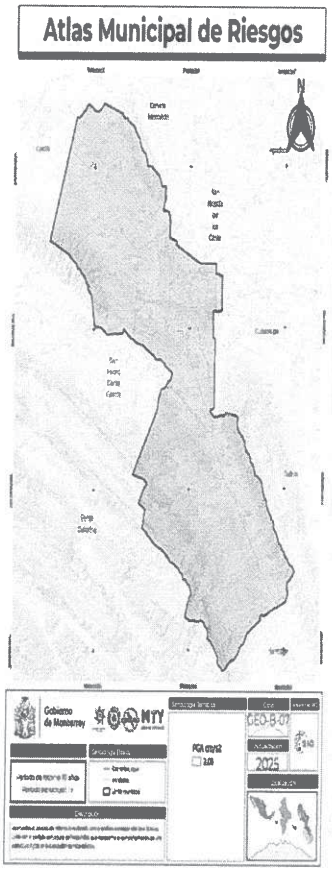


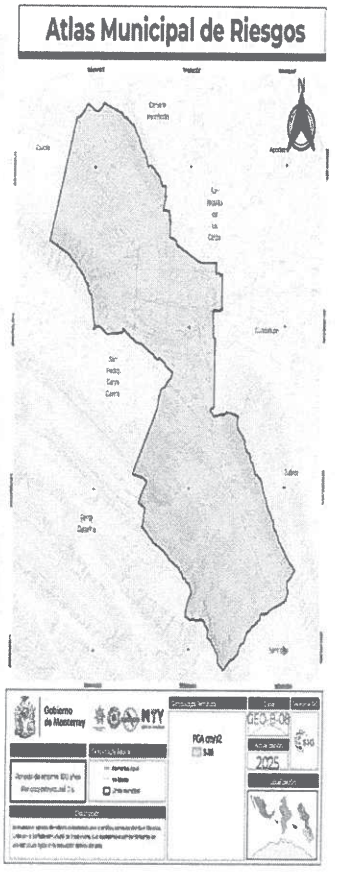
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG





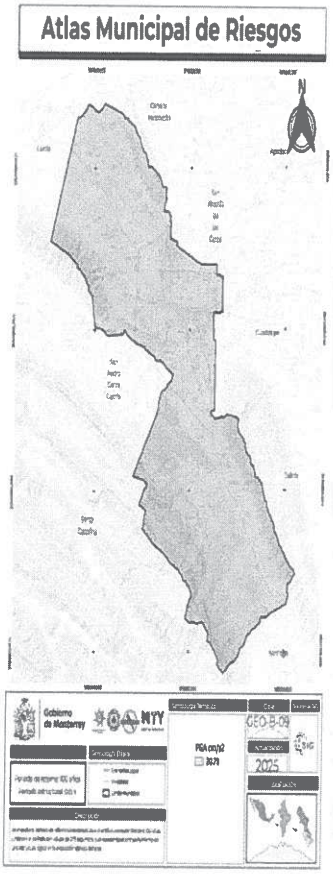
MTY AQUÍ SE RESUELVE

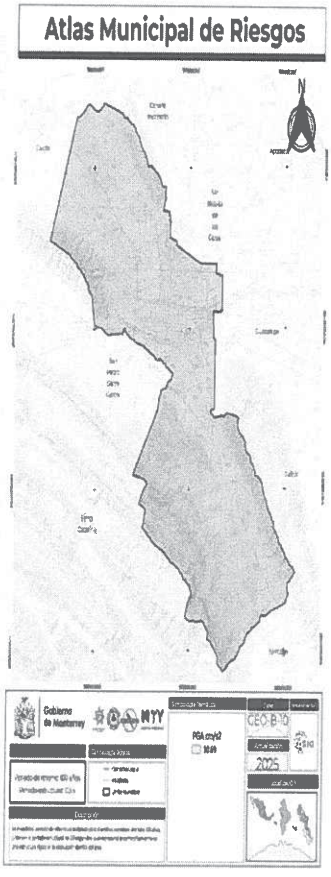
125

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





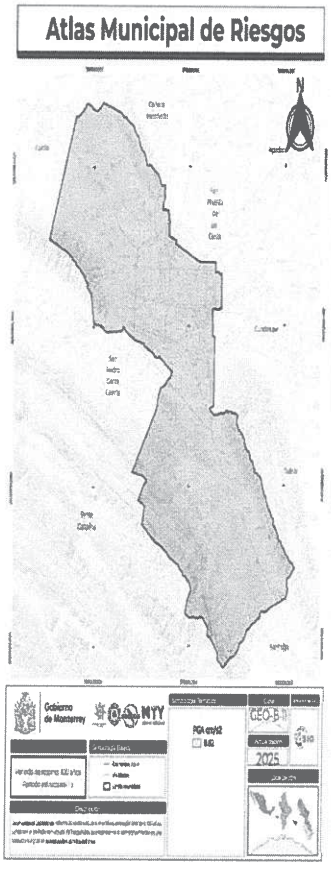
126

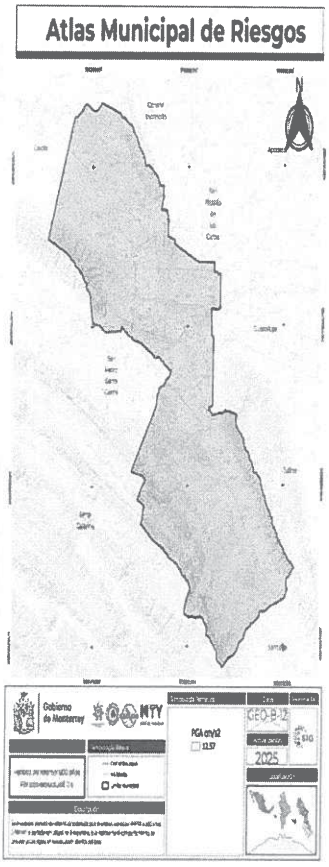
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



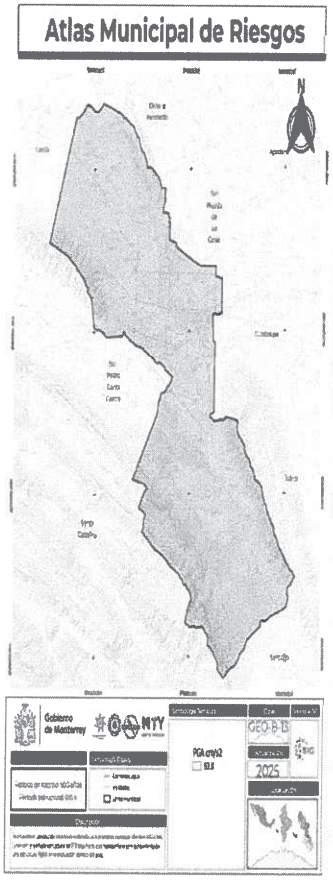


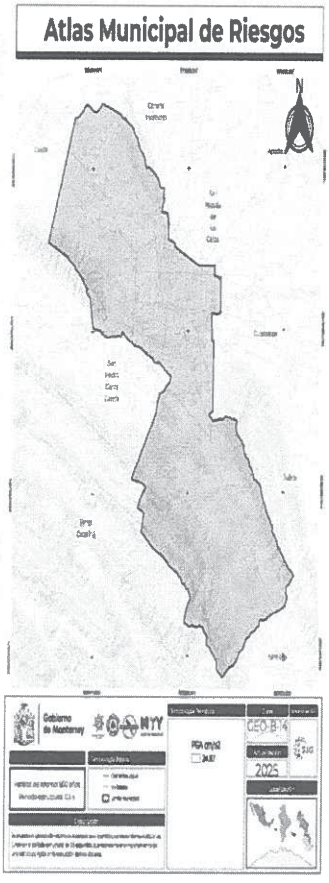
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





128

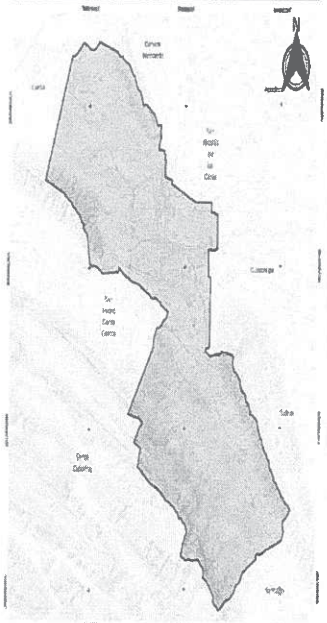
MTY AQUÍ SE RESUELVE

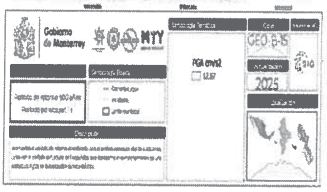
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Atlas Municipal de Riesgos





En el artículo de Montalvo-Arrieta et al., 2008 propone una zonificación sísmica de Monterrey, definido por dos criterios: la clasificación geotécnica de Rodríguez-Marek et al. (2001) y la clasificación de los suelos por su velocidad de ondas de corte en los primeros 30 metros (VS30) del NEHRP. A su vez fueron utilizados datos de pozos, perfiles de refracción sísmica y geología superficial.

Según Rodríguez-Marek et al. (2001) y el NEHRP, los suelos se clasifican en categorías geotécnicas y por su VS30, el cual es un índice que mide la velocidad de las ondas de corte en los 30 metros más cercanos a la superficie del suelo. Este índice sirve para estimar la amplificación sísmica del suelo y diferenciar los sitios que tienen más o menos instancia sísmica. En este estudio, se usa el sistema de clasificación del NEHRP para calcular el VS30 promedio como un indicador de la respuesta del sitio.*

Una forma sencilla de caracterizar las condiciones del sitio es estimando la velocidad de las ondas de corte de los suelos poco profundos. En áreas de baja sismicidad y falta de registros sólidos de movimiento del suelo, una forma de clasificar la distribución del efecto sísmico del sitio es por medio de las correlaciones entre la geología de la superficie, los datos de la perforación (litológicos) y las mediciones de la velocidad de las ondas de corte.

Como resultado se identifican sitios clase C, C1-C2 al sur y centro del área de estudio, corresponden a limos y se asocian a dos paleocanales, las velocidades de este sitio van entre 180 y 760 m/s. Esta área podría experimentar mayores amplificaciones del movimiento del suelo producido por una sismicidad moderada debido a que allí se depositan los mayores espesores de sedimentos aluviales. Los sitios clase B se encuentran al noroeste y registra velocidades mayores a 750 a 1500 m/s. Mientras que las velocidades más altas son >1500 m/s y se relacionan con calizas del Cretácico; se clasifican como clase A. Los espesores máximos (16 a 20 m) de los sedimentos blandos clase C-C2 se localizan en el centro del área y se asocian a dos paleocanales.

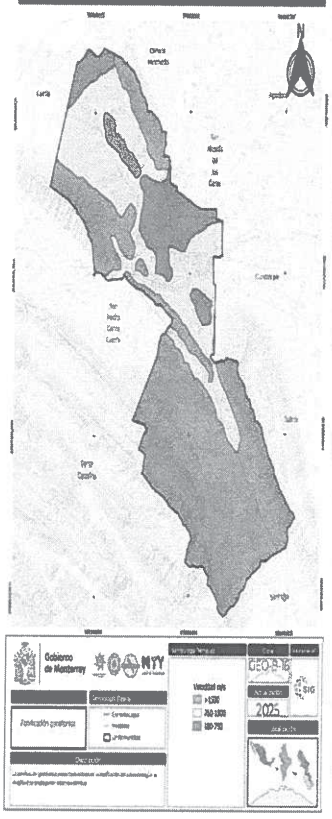
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Salinas-Jasso et al (2019) realizó mapas regionales de sismos para el evento de San Pedro de 2010 (M 4.0) y de escenarios hipotéticos estimando aceleraciones críticas. Las aceleraciones máximas del suelo (PGA) se estimaron a través de la relación de atenuación empírica desarrollada por Pankow y Pechmann (2004). Para los efectos del sitio, los valores de PGA fueron estimados por Montalvo-Arrieta et al. (2011) utilizando la clasificación NEHRP para el estado de Nuevo León.

Salinas-Jasso et al (2019) realizó mapas de intensidad de sismos en el área de San Pedro, donde ocurrió un sismo de magnitud 4.0 en 2010. También simuló cómo serían los mapas si hubiera un sismo de magnitud 6.5. Para hacer los mapas, usó una fórmula de Pankow y Pechmann (2004) que calcula las aceleraciones máximas del suelo (PGA) según la distancia al epicentro. Además, ajustó los valores de PGA según el tipo de suelo que hay en cada lugar, usando una clasificación de Montalvo-Arrieta et al. (2011) para el estado de Nuevo León.

Estimamos PGA para las condiciones del sitio de roca y suelo para cada escenario. Para el terremoto de San Pedro, la PGA habría oscilado entre 70 cm/s2 en el epicentro hasta 10 cm/s2 en sitios lejanos (cerca de la ciudad de Apodaca) sin efectos de sitio. Las aceleraciones promedio en habrían registrado 30-40 cm/s2. Considerando los efectos sísmicos de sitio, las aceleraciones oscilan entre 90 cm/s2 y 40 cm/s2. Para un escenario de M 6.5, las aceleraciones máximas del suelo serían de 270 cm/s2 hasta 350 cm/s2 sin y con efectos de sitio en el área epicentral, respectivamente. Los valores oscilan entre 200 y 250 cm/s2.

Es necesario mencionar que La zonificación geotécnica identifica diferentes tipos de suelos, pero los modelos sísmicos a menudo promedian condiciones locales y utilizan parámetros generales que no reflejan las variaciones del terreno. Estos mapas, basados en datos regionales, pueden no captar las diferencias geotécnicas locales.

Además, los efectos de sitio pueden amplificar o modificar las ondas sísmicas, lo que provoca que las aceleraciones aparezcan uniformes en áreas con variaciones reales.

Para mejorar la precisión de los mapas, se recomienda realizar estudios sísmicos detallados que consideren las características locales y los efectos de sitio, permitiendo así una representación más precisa de las aceleraciones sísmicas según la zonificación geotécnica.

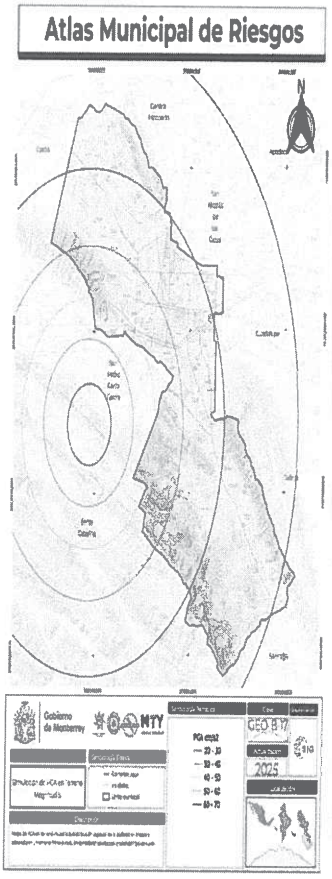
130

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG





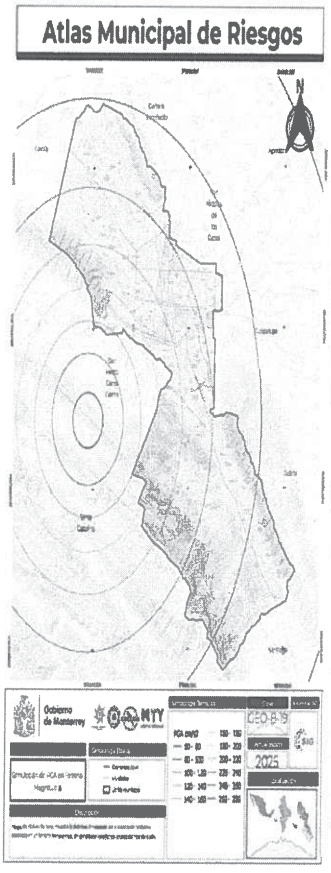
MTY AQUÍ SE RESUELVE

131

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





132

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

12.3. Tsunamis

Un tsunami es una ola o un tren de olas de larga longitud, generado por el desplazamiento repentino y vertical de la columna de agua. El término proviene del japonés tsu ('ola') y nami ('puerto').

Puede ser ocasionado por un sismo, pero también por la explosión de un volcán, un deslizamiento o la caída de un meteorito, lo cual genera una serie de ondas que se propagan a gran velocidad en todas direcciones desde su punto de origen.

De acuerdo con la distancia del mecanismo generador del tsunami y el tiempo de arribo a costa (IOC-UNESCO, s.f.), los tsunamis se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Local: Tiempo de arribo menor a una hora o distancia menor a 100 km
- Regional: Tiempo de arribo de 1-3 horas o distancia menor a 1000 km
- Transoceánico: Tiempo de arribo mayor a 3 horas o distancia mayor a 1000 km

Antecedentes

En México los tsunamis más importantes han sido provocados por sismos en la zona de subducción en las costas del Océano Pacífico. De acuerdo con la base de datos de la NOAA (2015) a costas mexicanas han llegado 84 tsunamis, de los cuales 59 fueron producidos localmente.

Metodología

De acuerdo con CENAPRED las costas de México pueden clasificarse en áreas receptoras de tsunamis lejanos y locales, donde la altura máxima esperada para tsunamis lejanos es de 3 metros, mientras que, para las zonas generadoras de sismos locales, la altura máxima varía entre 7 y 11 m. Finalmente CENAPRED recomienda establecer, de manera preliminar, la cota de 10 m como la altura del peor escenario esperable de desastre

Resultados

La Ciudad de Monterrey se encuentra a una altitud media de 540 metros sobre el nivel del mar y a una distancia aproximada de 320 km de la costa del Golfo de México, por lo que se descarta la exposición de la ciudad ante este fenómeno.

12.4. Hundimientos

Introducción

La subsidencia y el hundimiento lento son fenómenos geodinámicos que pueden afectar diversos tipos de terrenos, especialmente aquellos compuestos por sedimentos no consolidados. Estos procesos ocurren como resultado de cambios tensionales inducidos en el subsuelo, generalmente vinculados al descenso del nivel freático, la disolución y el lavado paulatino de materiales, y la consolidación natural de suelos blandos u orgánicos. Entre los materiales más susceptibles se encuentran las arcillas, limos, arenas y tobas, cuya estructura porosa y elevada compresibilidad los hace proclives a deformaciones verticales.

Las subsidencias de origen natural suelen desarrollarse de manera lenta y progresiva; sin embargo, pueden acelerarse significativamente debido a actividades humanas. El descenso del nivel freático, provocado por sequías prolongadas o por la extracción intensiva de agua de los acuíferos, modifica el estado tensional del terreno: al perder agua, el volumen de los suelos se reduce, produciendo un hundimiento gradual de la superficie que puede afectar amplias extensiones.

El crecimiento urbano descontrolado y ciertas prácticas constructivas incrementan la gravedad de estos procesos. Entre los factores antropogénicos más relevantes se encuentran:

- Aplicación de cargas superficiales (incremento de peso y carga de los edificios e infraestructura).
- Deformación natural.
- Rellenos sanitarios mal compactados.
- Hundimiento por extracción de agua.
- Contracción por desecación natural. Sin embargo, el proceso que más influye en la deformación del subsuelo es la consolidación por extracción de agua.

La consolidación diferencial por extracción de agua es uno de los principales detonantes. Al abatirse un acuífero, las presiones de poro disminuyen rápidamente dentro del estrato permeable; mientras tanto, las arcillas suprayacentes responden de forma lenta debido a su baja permeabilidad. Este gradiente de presiones induce el flujo de agua desde las arcillas hacia el acuífero, ocasionando pérdidas de volumen y compresión del material, lo que se traduce en subsidencia progresiva. Dado que la velocidad de deformación depende del tamaño y la forma de las partículas, así como de la permeabilidad de los suelos, los hundimientos pueden tardar años o décadas en manifestarse, provocando daños

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

importantes e incluso irreparables en estructuras, infraestructura hidráulica, carreteras y monumentos históricos.

Aunque la magnitud del hundimiento puede ser de apenas unos centímetros por año y extenderse por superficies de varios kilómetros cuadrados, su impacto se vuelve crítico cuando el proceso ocurre de manera diferencial. Las variaciones en las propiedades de los suelos o en la geometría del basamento generan diferencias en el grado de deformación entre un punto y otro, produciendo esfuerzos de tensión, escalonamientos y, finalmente, grietas visibles en el terreno y en las obras construidas sobre él. Estos efectos, además de ser espectaculares desde el punto de vista geotécnico, representan un serio riesgo para la seguridad de las personas y la integridad de la infraestructura.

Antecedentes

La mayor parte del territorio municipal está ocupada por zonas urbanas, por lo que los hundimientos asociados a cargas superficiales, así como aquellos derivados de la interacción del agua con los sedimentos subyacentes, constituyen las principales causas de deformación y asentamientos en el terreno.

De acuerdo con Santacruz I. (2025), en septiembre de 2025, las lluvias provocaron un hundimiento sobre la calle Washington, lo que provoco cierres viales. Este hundimiento se localizó sobre la calle Félix U. Gómez y Héroes del 47.

Imagen GEO-E-01. Hundimientos por lluvias en Monterrey.



Fuente: Milenio 2025.

Por otro lado, en octubre de 2025 se genero un socavón en la colona Ciudad Satélite, al sur del municipio debido a las lluvias. Este hundimiento se registro en la calle Paseo de Santa Anita 85.

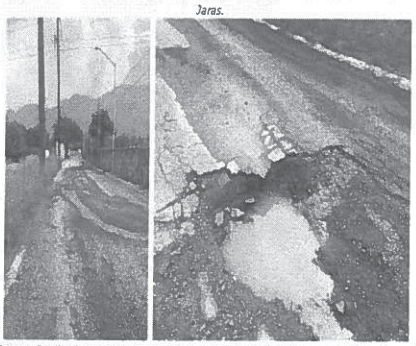
Imagen GEO-E-02. Hundimientos por lluvias en Ciudad Satélite.



Fuente: Sandoval A. (2025).

Por medio de los recorridos de campo se pudo apreciar como los escurrimientos superficiales no encausados pueden representar zanjas a lo largo de las avenidas en zonas donde la precipitación es alta como es el caso de la calle Las Jaras en la colonia Antigua Hacienda de Santa Anita, al sur de Monterrey.

Imagen GEO-E-03. Oquedades y zanjas por escurrimientos superficiales en calle Las Jaras.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Por otro lado, en zonas como el tramo de la calle Manuel María del Llano se han registrado hundimientos ocasionados por la infiltración de agua en el subsuelo, producto de fugas en el sistema de drenaje pluvial. Como consecuencia, los asentamientos se desarrollan a lo largo de toda la línea de drenaje, afectando banquetas, viviendas y demás infraestructura ubicada sobre su trazo.

Imagen GEO-E-04. Hundimiento y agrietamiento sobre la calle Manuel María del Llano.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

De manera similar, en la colonia Residencial Lincoln sobre la calle Tuxpan, la falta de mantenimiento en el sistema de drenaje ha provocado infiltraciones de agua al subsuelo, lo que está generando oquedades tanto en el estacionamiento de un centro comercial como en las viviendas aledañas.

Imagen GEO-E-05. Hundimiento y agrietamiento sobre estacionamiento de centro comercial.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

Este tipo de hundimientos y oquedades suelen ser atendidos mediante trabajos de restauración del terreno; sin embargo, mientras no se intervenga la causa que los origina, estos eventos continuarán presentándose de manera recurrente.

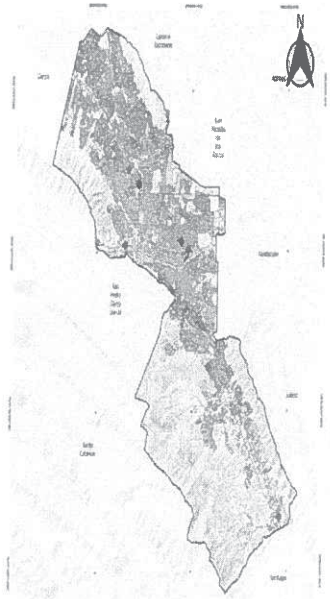
MTY AQUÍ SE RESUELVE

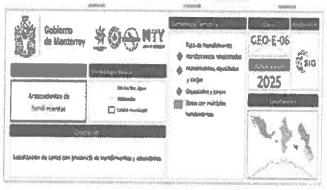
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



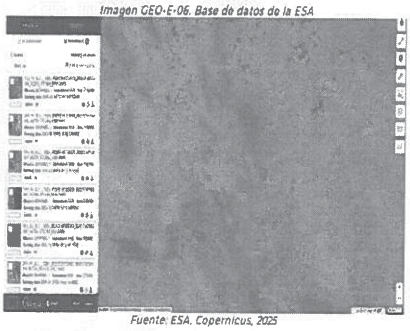


Metodología

Con el objetivo de apoyar el entendimiento del fenómeno de desplazamiento que ocurre en la zona e identificar las áreas con mayor tasa de hundimiento, se empleó como herramienta complementaria la Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR). Esta técnica de percepción remota funciona mediante la comparación de dos imágenes obtenidas a partir de datos de radar de apertura sintética. Entre sus principales aplicaciones destaca la detección de cambios en la elevación del terreno.

La técnica InSAR se fundamenta en la medición de la diferencia de fase entre dos imágenes SAR que registran la misma región en distintos momentos y desde ángulos ligeramente diferentes (Rocca et al., 2000, citado por García Blanco, 2021). Una imagen SAR es una representación visual de la superficie terrestre generada mediante radar de apertura sintética, donde cada pixel contiene información de amplitud y fase de las microondas dispersadas por la superficie (ESA et al., 2007). El radar, al ser un sensor activo, emite su propia radiación y registra la energía reflejada tras incidir sobre el terreno (Chuvieco, 1995, citado por Alpala Aguilar, 2021).

Imagen GEO-E-06. Base de datos de la ESA



Fuente: ESA, Copernicus, 2025

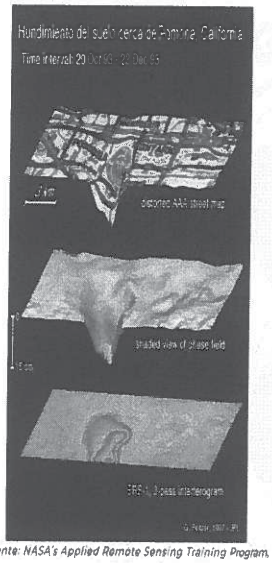
La señal SAR contiene información de amplitud, la intensidad de energía reflejada hacia el sensor y de fase, la cual corresponde a la diferencia entre la señal transmitida y recibida. Como la velocidad de propagación de las ondas es constante, la fase permite calcular con alta precisión la distancia entre el radar y el objetivo (ESA et al., 2007).

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen GEO-E-07. Aplicación de la Técnica InSAR en Pomona, California, tomando datos de octubre de 1993 a diciembre de 1995



Fuente: NASA's Applied Remote Sensing Training Program.

Al generar un interferograma entre dos imágenes SAR, la diferencia de fase observada proviene de distintos factores: deformación superficial, topografía, condiciones atmosféricas (humedad, temperatura y presión), cambios en la dispersión del terreno y variaciones en el ángulo de visión (ESA & Ferretti et al., 2007). Para aislar únicamente el componente asociado a la deformación del terreno, se realiza un procesamiento especializado mediante el software SNAP de la Agencia Espacial Europea (ESA). A través de varias etapas se filtran las contribuciones no deseadas y se obtiene la diferencia de fase atribuible a la deformación. Posteriormente, estos valores se transforman en distancias: valores negativos indican hundimiento (incremento en la distancia sensor-terreno) y valores positivos reflejan elevación (reducción de dicha distancia).

De forma paralela, se calcula la coherencia, definida como el coeficiente de correlación cruzada entre el par de imágenes SAR. Esta métrica permite estimar el nivel de ruido en la fase del interferograma evaluando la similitud entre los píxeles de ambas imágenes. Su valor oscila entre 0 (fase totalmente dominada por ruido) y 1 (ausencia de ruido) (ESA & Ferretti et al., 2007). La baja coherencia limita la confiabilidad de los resultados y suele originarse por cambios en la superficie, variaciones atmosféricas o diferencias geométricas entre adquisiciones.

Las condiciones atmosféricas influyen significativamente en la señal registrada por el sensor. Conforme la onda electromagnética atraviesa la atmósfera en ambos sentidos, experimenta retrasos que introducen errores en la fase, afectando la estimación de deformación (García Blanco, 2021). Zebker y Rosen (1996), citados por García Blanco (2021), señalan que la humedad es el factor que induce mayores distorsiones: bajo condiciones de 20 % de humedad relativa, el error puede oscilar entre 10 y 14 cm.

Además de los efectos atmosféricos, los cambios en la reflectividad del terreno reducen la correlación entre imágenes, dificultando la lectura de la fase y comprometiendo la calidad de los resultados. Si el píxel estuviera dominado por un dispersor puntual y estable, la descorrelación sería mínima. Para contrarrestar estas limitaciones, se han desarrollado técnicas multitemporales como la Interferometría de Dispersores Persistentes (PSI), que analiza únicamente los píxeles con alta estabilidad en su respuesta (dispersores persistentes). Esto disminuye considerablemente la varianza de la señal y permite extraer con mayor precisión las variaciones de fase asociadas a la deformación (Perissin, 2016; Hooper et al., 2004; INEGI, 2015).

Resultados

Los resultados obtenidos para el municipio reflejan una muy baja o incluso nula presencia de hundimiento generalizado. Esto se debe a que la principal causa de los hundimientos, la extracción de agua, se realiza predominantemente sobre rocas competentes, y solo en menor medida sobre depósitos aluviales saturados, los cuales son más susceptibles a deformaciones.

En consecuencia, la mayoría de los hundimientos identificados se asocian principalmente a fugas de agua que provocan la erosión del terreno, como se mencionó previamente, así como a asentamientos urbanos y procesos locales de consolidación del suelo.

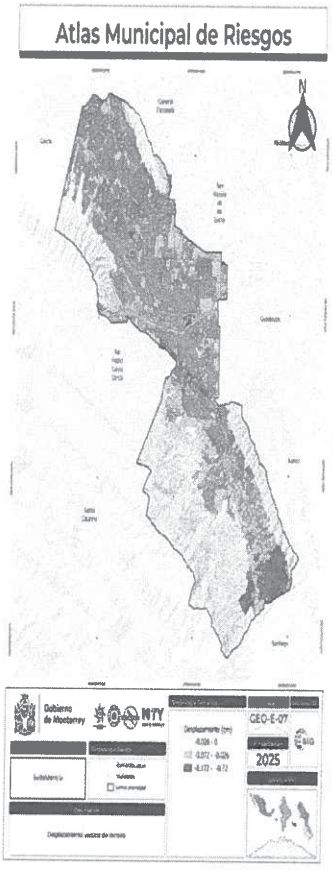
Estos resultados muestran que el desplazamiento del terreno no supera los 10 mm y se concentra en zonas con un alto aporte de agua superficial y subterránea, por lo que dicho aporte podría estar influyendo en el movimiento del terreno.

MTY AQUÍ SÍ RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



12.5. Licuación de suelos

Introduccion

La licuación de suelos es un fenómeno geotécnico que ocurre cuando un suelo saturado y no consolidado pierde su resistencia y rigidez como resultado de una fuerte sacudida, típicamente durante un sismo. Durante este proceso, el suelo se comporta de manera similar a un líquido, perdiendo su capacidad de soportar estructuras sobre él. Esto puede provocar el colapso de edificaciones, la destrucción de infraestructuras y deslizamientos de tierra.

La licuación ocurre principalmente en suelos compuestos por arenas finas o limos, que, al estar saturados de agua, y al recibir la energía liberada por un sismo, generan una pérdida de cohesión entre las partículas del suelo. Como resultado, los cimientos de los edificios se debilitan, lo que incrementa la probabilidad de colapsos estructurales.

Este fenómeno es particularmente peligroso en zonas de alta actividad sísmica o en regiones donde los suelos tienen las condiciones propicias para licuarse. Por ello, la licuación de suelos representa un riesgo considerable para la planificación urbana, la construcción de infraestructuras y la gestión de desastres, ya que puede afectar grandes áreas con un solo evento sísmico. Las autoridades locales y los ingenieros civiles deben tomar este riesgo en cuenta al diseñar edificios, carreteras y otros proyectos en áreas susceptibles, implementando medidas de mitigación como la mejora del suelo o el refuerzo de las estructuras.

Antecedentes

Con base en bases de datos de sismicidad histórica y sus efectos, se han identificado zonas con ocurrencia de licuación de suelos en los estados de Baja California, Sonora, Jalisco, Colima, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca y Chiapas. Este fenómeno suele presentarse en sismos con magnitudes mayores o iguales a M≥6.4 y una distancia epicentral inferior a 60 km (Jaimes et al., 2015). La siguiente imagen muestra las ubicaciones de los epicentros de eventos sísmicos que han desencadenado licuación.

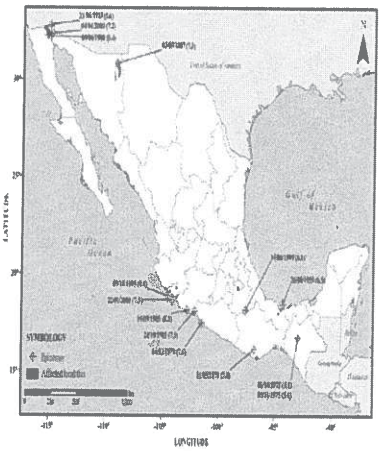
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen GEO-F-01. Eventos sísmicos que han generado licuefacción observada entre 1912 y 2010, y las ubicaciones afectadas reportadas.



Fuente: Jaimes et al., (2015).

Imagen GEO-F 02. Mapa Regional del peligro por licuefacción debido a terremotos para periodos de retorno de 150 años



Fuente: Jaimes et al., (2015).

Se observa que la región noreste del país, donde se encuentra el municipio de Monterrey, no tiene registros históricos de tales eventos, debido a que las condiciones necesarias para que ocurra la licuación, previamente descritas, no se han cumplido en esta zona. El análisis realizado por Jaimes et al., (2015) muestra la regionalización del peligro por licuefacción usando el índice DLL para desplazamientos laterales a partir de:

- Identificación de zonas con potencial de licuefacción,
- Caracterización del peligro sísmico,
- Procesos de estimación de la demanda a la licuefacción,
- Caracterización del peligro a la licuefacción y el análisis probabilístico del mismo

De esta forma el autor obtuvo la regionalización del peligro por licuefacción para periodos de retorno de 150 y 500 años respectivamente en México, en ambos casos la región noreste del país donde se ubica nuestra área de estudio no presenta ningún peligro a la ocurrencia del fenómeno.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

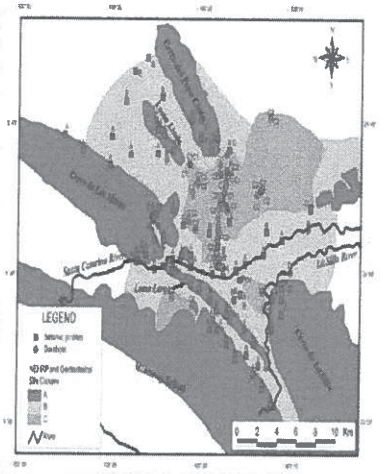
Imagen GEO-F-03. Mapa Regional del peligro por licuefacción debido a terremotos para periodos de retorno de 500 años.



Fuente: Jaimes et al., (2015).

A nivel local, Montalvo-Arrieta et al. (2009) llevaron a cabo un mapeo de clases sísmicas para el Área Metropolitana de Monterrey, basado en un análisis de refracción sísmica de los primeros 30 metros de profundidad (Vs30). A través de este estudio, generaron modelos de velocidad de las distintas capas del subsuelo, que luego fueron correlacionados con núcleos de barrenación para identificar sus similitudes. Este proceso permitió elaborar un mapa de clasificación sísmica de los suelos de la región.

Imagen GEO-F 04. Mapa local de clasificación sísmica de los suelos



Fuente: Montalvo-Arrieta et al. (2009)

Resultados

De acuerdo con el análisis realizado a los estudios de clasificación sísmica de suelos y los mapas de regionalización para el peligro de licuefacción inducida por sismos disponibles hasta el momento, se determinó que el municipio no presenta una susceptibilidad significativa a la licuefacción. Sin embargo, es altamente recomendable que se sigan realizando estudios geotécnicos detallados en áreas específicas, especialmente en zonas cercanas a cauces de ríos o terrenos aluviales, donde las condiciones del suelo pueden variar. Además, es importante que se mantengan actualizados los planes de desarrollo urbano, considerando las posibles variaciones en el comportamiento sísmico o cambios en el uso del suelo, y se implementen medidas preventivas en las nuevas construcciones para garantizar la seguridad estructural a largo plazo.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

12.6. Karstificación

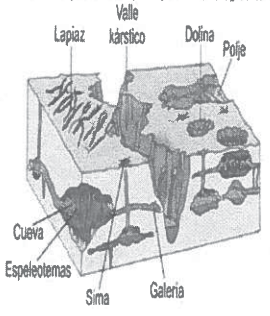
Introducción

El karst es el conjunto de procesos de disolución que afectan rocas solubles, principalmente calizas y dolomías, y en algunos contextos yesos, originando conductos subterráneos, cavernas, sumideros y depresiones cerradas (dolinas). En ámbitos urbanos, estas formas pueden propiciar hundimientos diferenciales y problemas en cimentaciones, redes de agua y drenaje, y vialidades, en lo hidrogeológico, condicionan acuíferos en medios fracturados-cársticos con alta vulnerabilidad a la contaminación.

En Monterrey, el marco geológico de la Sierra Madre Oriental, dominado por secuencias carbonatadas mesozoicas intensamente plegadas, favorece escenarios de karstificación en los relieves serranos y piedemontes, mientras que en planicies aluviales la expresión morfológica suele quedar enmascarada por rellenos cuaternarios.

De acuerdo con Álvarez-Rivera et al. (2024), aproximadamente el 25.52 % del territorio nacional (495 484 km²) está asociado a rocas susceptibles a la karstificación, lo que evidencia la magnitud del fenómeno en México. Dicho estudio también demuestra que los inventarios nacionales pueden subestimar la extensión real del medio kárstico, al depender de cartografía litológica general, y que existen zonas potenciales de desarrollo cárstico fuera de las delimitaciones oficiales. Este hallazgo respalda el enfoque adoptado para Monterrey, que distingue entre áreas y áreas potenciales (litológicamente favorables, fuera de ella).

Imagen GEO-C-01 Esquema de las principales morfologías kársticas



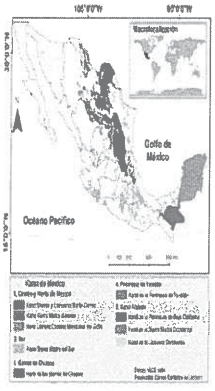
Fuente: Andreu Rodes, et all. 2016.

México tiene una superficie continental de 495 484 km2 asociados a rocas potencialmente karstificables, esto representa el 25.52% de la superficie continental del territorio nacional, de los cuales el 62.63% corresponde a karst continuo, mientras que el 37.37% restante se considera discontinuo.

El karst de México está conformado principalmente por rocas carbonatadas continuas (62.04% de la superficie de karst) y rocas carbonatadas discontinuas (37.25%), seguidas en menor proporción por las rocas evaporitas continuas (0.06%) y discontinuas (0.12%); adicionalmente, se pueden identificar zonas en las que podemos encontrar rocas carbonatadas y/o evaporitas continuas mezcladas (rocas mixtas) (0.53%).

Como se puede observar en la siguiente imagen, las zonas más extensas de karst en México se encuentran asociadas a la Sierra Madre Oriental, Altiplano Central, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre de Chiapas y Península de Yucatán, como lo reportaron Gutiérrez (2008) y Bautista et al. (2023). El karst en México está presente en 29 de los 32 estados que conforman el territorio nacional; los únicos estados donde no se identificaron zonas de karst son la Ciudad de México, Baja California y Tlaxcala (Estrada-Medina, H., & Álvarez-Rivera, O. O., 2024).

Imagen GEO-C-02. Regiones kársticas de México



Fuente: Álvarez-Rivera, L. D., Pacheco-Castillo, J. M., & Méndez-Linares, A. P. (2024). Distribución geográfica y características del medio físico del carso en México.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Las sierras y relieves que enmarcan a Monterrey afloran calizas y asociaciones caliza-lutita, con estructuras de pliegues y cabalgaduras vinculadas a la Curvatura de Monterrey, lo que incrementa el fracturamiento y la porosidad secundaria—condiciones típicas de medios kársticos. Además, el acuífero metropolitano está constituido por calizas con fracturas y cavernas de disolución, coexistiendo con un acuífero libre aluvial somero; en conjunto, confirma el papel del karst en la hidrogeología urbana.

Metodología y memoria de cálculo

De acuerdo con la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos publicada en el Diario Oficial de la Federación en diciembre del 2016, en la evaluación del riesgo por karst se analiza la intensidad con la que se ha desarrollado este fenómeno en la región, para construir los posibles escenarios de peligro. Con base en la geología local del municipio y los registros de Karsticidad del Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, se realizo un análisis para evaluar si el municipio cuenta con las condiciones geológicas necesarias para presentar este fenómeno.

Para estimar la susceptibilidad a karst, se integrarán capas temáticas y análisis morfométricos conforme a lo siguiente:

1. Litología: reclasificación de rocas sedimentarias, en altas (calizas/dolomías/yesos), medias (caliza-lutita y contactos carbonatados con detríticos) y bajas (lutitas/areniscas, aluvión).
2. Regiones kársticas de México: cruce espacial para distinguir áreas confirmadas (dentro de región kárstica nacional) de áreas potenciales (geología favorable fuera de esa región).
3. Índice de Susceptibilidad Kárstica (ISK): combinación ponderada normalizada (Litología 0.7; Región kárstica 0.3).
4. Clasificación en cinco clases de peligro (Muy baja a Muy alta).

Tabla GEO-G-01. Variables utilizadas

LITOLOGÍA	Propensión de la roca a disolverse (litología)	Numérico continuo (0)–(1.0)	Geología municipal
REGIONES KÁRSTICAS	Si está dentro de una región kárstica nacional	Binario (0 o 1)	Regiones kársticas de México
ISK	Índice final de susceptibilidad kárstica	Numérico (0.1–1.0)	Resultado del modelo SIG

Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., 2025.

Tabla GEO-G-02. Categorización de las Regiones Kársticas

1	Confirmado	El área está dentro de una región kárstica nacional
0	Potencial	Área con litología favorable, pero fuera de los límites reconocidos oficialmente.

Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., 2025.

Susceptibilidad

El análisis del Índice de Susceptibilidad Kárstica evidencia que las calizas puras localizadas dentro de las regiones kársticas presentan la susceptibilidad más alta, reflejando las condiciones más favorables para el desarrollo de procesos de disolución, formación de cavernas y hundimientos. En contraste, las calizas situadas fuera de dichas regiones mantienen una susceptibilidad alta debido a su naturaleza soluble, aunque sin evidencias directas de carstificación activa. Las litologías mixtas como las caliza-lutita muestran valores medios a altos, lo que sugiere potencial de disolución localizado en contactos entre materiales. Finalmente, las lutitas, coluviones, conglomerados y depósitos aluviales se clasifican con susceptibilidad baja a muy baja, indicando condiciones litológicas poco propicias para el desarrollo de rasgos cársticos. En conjunto, los resultados permiten identificar las sierras carbonatadas y sus piedemontes como las zonas de mayor peligro frente a procesos kársticos dentro del municipio de Monterrey.

Tabla GEO-G-03. Clasificación del ISK.

Aluvial	0.10	1.0	0.37	Baja
Brecha sedimentaria	0.10	1.0	0.37	Baja
Caliza	1.00	0.0	0.70	Alta
Caliza	1.00	1.0	1.00	Muy alta
Caliza-Lutita	0.50	0.0	0.35	Baja
Caliza-Lutita	0.50	1.0	0.65	Alta
Coluvión	0.10	0.0	0.07	Muy baja
Conglomerado	0.10	0.0	0.07	Muy baja
Lutita	0.10	0.0	0.07	Muy baja
Lutita	0.10	1.0	0.37	Baja
Lutita-Arenisca	0.10	1.0	0.37	Baja
Lutita-Caliza	0.50	0.0	0.35	Baja

Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., 2025.

Si bien el modelo de susceptibilidad evidencia condiciones litológicas y estructurales favorables para el desarrollo de karsticidad, el Atlas Nacional de Riesgos señala que el karst identificado en Monterrey corresponde a un karst fósil o inactivo. Esto implica que las cavidades y conductos presentes son de origen antiguo, sin evidencias actuales de crecimiento o colapso por disolución reciente, por lo que el peligro asociado es reducido.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

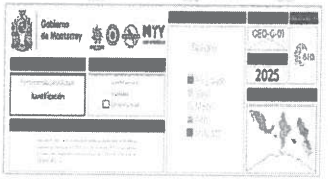
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





12.7. Susceptibilidad a vulcanismo (erupciones volcánicas)

Introducción

El vulcanismo es un fenómeno geológico que se expresa en una manifestación de la energía interna de la Tierra que afecta principalmente las zonas inestables de la corteza terrestre. Esta expresión inicia con el ascenso de magma y/o productos hidro gaseosos a través de la corteza hasta llegar a la superficie por medio de fisuras; por estas, fluye lava hacia el exterior, así como material piroclástico, gases y vapores ardientes. Con el paso del tiempo la acumulación de materiales al exterior de la fisura forma los volcanes (Yarza, 1992).

Dentro de los fenómenos asociados al vulcanismo se encuentran los flujos de lava, caída de ceniza o tefra, flujos y oleadas piroclásticas, caída de materiales como bombas y lahares entre otros.

Antecedentes

En México, la mayor parte del vulcanismo se encuentra relacionado con la zona de subducción formada por las placas de Rivera y Cocos con la placa norteamericana, y tiene su mayor expresión volcánica en la Faja Volcánica Transmexicana o Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM).

Es en esta provincia fisiográfica donde se localiza la mayor concentración de formas volcánicas como campos de conos monogenéticos, estratovolcanes con elevaciones cercanas a los 4000 msnm, volcanes escudo, volcanes compuestos, calderas, lavas fisurales y domos, los cuales se extienden desde los estados de Colima y Nayarit hasta Veracruz.

Su vulcanismo es muy variado, desde actividad efusiva cuyos productos más importantes son los derrames de lava, hasta erupciones altamente explosivas con predominio de depósitos piroclásticos tanto de flujo como de caída.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) existen en México más de 2,000 volcanes, de los cuales alrededor de 15 se consideran peligrosos. Un volcán se considera activo cuando ha desarrollado algún tipo de actividad eruptiva en tiempos geológicamente recientes o históricos. Un intervalo de tiempo comúnmente aceptado es 10,000 años (holoceno).

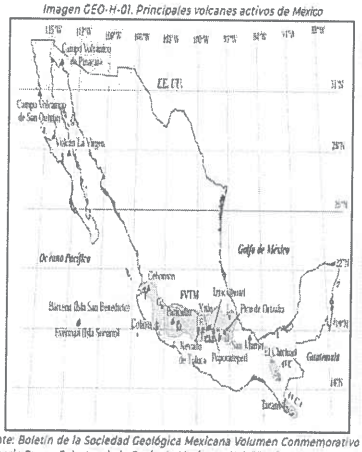
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen CEO-H-01. Principales volcanes activos de México



Fuente: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Volumen Conmemorativo del Centenario Temas Selectos de la Geología Mexicana, Vol. 57, núm. 3, 2005, p. 379-424.

Metodología

De acuerdo con la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos publicada en el Diario Oficial de la Federación en diciembre del 2016, en la evaluación del riesgo por vulcanismo, se realiza el análisis de los peligros o amenazas volcánicas considerando el relieve y topografía de la zona de estudio, con el fin de identificar las zonas donde pudiera haber daños en la población, vivienda e infraestructura estratégica, por los efectos de los distintos fenómenos asociados a las erupciones volcánicas.

Resultados

Se determinó la inexistencia de actividad volcánica dentro de un radio de 100 km entorno al municipio de Monterrey.

Los registros de rocas volcánicas cuaternarias más cercanas en la región están ubicados en el estado de Coahuila a 150 kilómetros de la Ciudad de Monterrey, los cuales comprenden formaciones de basaltos en el Valle San Marcos y Pinos descritos en la carta geológica Monclova G14-4.

13. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

13.1. Ciclón tropical

Los ciclones tropicales son fenómenos naturales que representan una de las mayores amenazas para la vida y los bienes económicos. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) se definen como grandes complejos de tormentas que giran alrededor de una zona de bajas presiones que se han formado en función de enormes cantidades de agua caliente, procedente del océano tropical y subtropical. Estos fenómenos generan fuertes vientos, lluvias intensas, alto oleaje y marea de tormenta.

Los factores que podrían considerarse fundamentales para contribuir a la formación de estos fenómenos son los 5 siguientes:

- Un disturbio atmosférico
- Temperaturas oceánicas cálidas
- Viento
- El giro
- Humedad

Imagen HDR-A-01. Estructura de un Huracán



https://x.com/conagua_clima/status/1735176524811243520/photo/1

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Los ciclones tropicales se pueden clasificar de acuerdo con la presión barométrica que existe en su centro; pues es un indicador de la intensidad del mismo. El centro del ciclón (u ojo) tiene una presión atmosférica muy baja y de esto se forman y alimentan, de la diferencia de presión que hay en el centro y las áreas circundantes. Es decir, si el centro del ciclón tiene una presión barométrica muy baja, indica que será más intenso el ciclón o huracán.

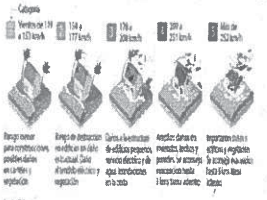
En definición, la presión barométrica es la medida del peso que ejerce la atmósfera sobre la superficie terrestre en un evento como el de los ciclones tropicales. Dicha presión depende de dos factores, la temperatura y la densidad del aire; ya que si el aire es frío y tiene mayor densidad produce una mayor presión que el aire más cálido y con menor densidad. Saber la medida de la presión ayuda a predecir los patrones climáticos y la dinámica atmosférica debido al movimiento del aire desde las zonas de alta presión hacia las de baja presión, la cual produce diferentes fenómenos meteorológicos (Hagler, 2024).

Además de la presión barométrica (medida en milibares [mb]), los ciclones también se pueden clasificar a partir de la velocidad de sus vientos; a estos se les clasifica en:

- Depresión tropical (presión barométrica de 1008 a 1005 mb o vientos menores a 63 km/h).
- Tormenta tropical (presión barométrica de 1004 a 985 mb o vientos que oscilan entre 63 y 118 km/h).
- Huracán (presión barométrica menor que 984 mb o vientos mayores a 119 km/h)

Para clasificar este último fenómeno se cuenta con la escala Saffir-Simpson, la cual se mide en función de la velocidad de los vientos. La categoría de menor intensidad es la número uno, donde sus vientos van de 119 a 153 km/h y la máxima es la categoría cinco, con vientos mayores a 250 km/h.

Imagen PH-01-1. Escala Saffir – Simpson de huracanes

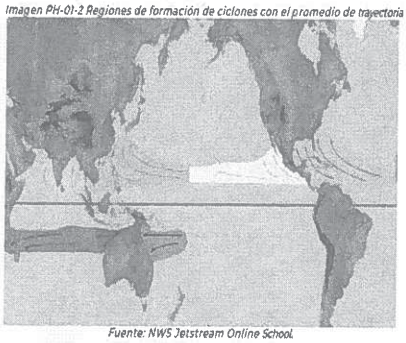


Fuente: https://34kiwis.wordpress.com/2012/12/27/how-does-a-tropical-storm-form/

Los ciclones tropicales que se forman entre los 5° y 30° grados de latitud norte típicamente se mueven hacia el oeste. Algunas veces los vientos en las capas medias y altas de la atmósfera cambian y giran el ciclón hacia el noroeste y norte. Cuando los ciclones tropicales alcanzan las latitudes cerca de 30° grados Norte, muchas veces se mueven hacia el noreste. Las temporadas de huracanes para cada cuenca y sus temporadas picos son las siguientes:

- Atlántico y Caribe: 1 de junio hasta 30 noviembre con la temporada pico entre mediados de agosto hasta finales de octubre.
- Pacífico Central (Hawái): 1 de junio hasta 30 noviembre, con la temporada pico desde julio hasta septiembre.
- Pacífico Este: 15 mayo hasta 30 noviembre.
- Pacífico Noroeste: Los ciclones tropicales pueden formarse durante todo el año.

Imagen PH-01-2 Regiones de formación de ciclones con el promedio de trayectoria



Fuente: NWS Jetstream Online School.

Antecedentes

De acuerdo con la información que se tiene registrada en el catálogo de antecedentes históricos de contingencia, desastres por lluvias intensas y afectaciones por huracanes proporcionadas por la dirección de Protección Civil Municipal, el municipio de Monterrey ha sido impactado en diversas ocasiones por ciclones tropicales. Los ciclones en el municipio han dejado una serie de estragos en la infraestructura, lluvias torrenciales y personas fallecidas; y en general, el Estado de Nuevo León también se ha visto afectado por este fenómeno.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Según la información de trayectorias históricas de huracanes de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, el municipio de Monterrey ha sido afectado por un total de 4 ciclones tropicales cuyas trayectorias han abarcado radios de 50 km. Mientras que 24 huracanes con radios de afectación de 150 km han influido en cierto grado dentro del territorio municipal.

Específicamente en Monterrey, la principal afectación causada por los ciclones tropicales son las intensas lluvias que estos generan. Aunque la ciudad no suele enfrentarse directamente a la fuerza de los vientos ciclónicos debido a su ubicación geográfica, las precipitaciones pueden ser torrenciales, provocando inundaciones en zonas vulnerables, así como el desbordamiento de ríos y arroyos. Estas lluvias también pueden causar deslizamientos de tierra en áreas montañosas, afectando la infraestructura y la vida cotidiana de los habitantes.

Por ello, los eventos ciclónicos de mayor daño a la población e infraestructura en el municipio de Monterrey y su área metropolitana, se puede resumir en cinco principalmente, estas son:

Tabla HDP-A-01. Ciclones tropicales que dejaron daños a la población e infraestructura en el municipio de Monterrey

Ciclón tropical (1909)	Causó el desbordamiento del río santa Catarina en la creciente urbe del municipio. Los hechos se presentaron en agosto de 1909 y cobró la vida de más de 4,500 personas, aproximadamente.
Huracán gilbert (1988)	Impactó en el municipio en septiembre de 1988, dejando pérdidas humanas, el desbordamiento del río santa Catarina y el daño a vialidades e infraestructura.
Huracán alex (2010)	A fines de junio y principios de julio se suscitó este fenómeno, causando de nueva cuenta el desbordamiento del río santa Catarina, e impactando mayormente a la infraestructura del municipio, como vialidades y puentes; y el acceso de algunos habitantes.
Huracan hanna (2020)	Pese a haber impactado como depresión tropical, los remanentes (lluvias torrenciales) causaron el desbordamiento de arroyos o ríos, principalmente en la ciudad de monterrey.
Tormenta tropical alberto (2024)	Dicha tormenta trajo consigo lluvias y, por consiguiente, inundaciones, poblados incomunicados, así como el daño a la infraestructura.

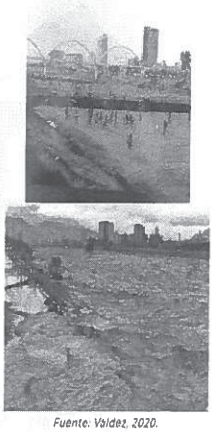
Fuente: CONAGUA, 2020 y Nagel, 2024.

Esta tabla muestra un común denominador, el río Santa Catarina, el cual ha presentado una serie de desbordamientos como consecuencia de algunos ciclones (y sus lluvias). Este río atraviesa la Ciudad de Monterrey, por lo que las afectaciones en las inmediaciones, incluyendo la infraestructura, han sido cuantiosas.

Ejemplo de esto es que el cauce del río anteriormente era ocupado para ser un espacio público de esparcimiento, recreación y de deportes (a partir de los años cincuenta). Lo que no se contempló es que, por las lluvias generadas por los ciclones, se volvería a desbordar el río Santa Catarina, debido a que estaba en su cauce natural. Por ende, la infraestructura al haber sido construida sobre y dentro del cauce, quedaron expuestas ante las inundaciones.

En numerosas ocasiones se intentó recuperar este espacio para promover el esparcimiento y las áreas verdes en la urbe. Sin embargo, en 2010 impactó el huracán Alex y volvió a generar desbordamientos y más afectaciones a las vialidades, así como "a dos arterias de la ciudad: Constitución y Morones Prieto" (Nagel, 2024).

Imagen HDP-A-04. Río Santa Catarina antes y después del impacto del huracán Gilberto (1988)



Fuente: Valdez, 2020.

La siguiente figura muestra una línea de tiempo con los principales eventos que tuvieron repercusiones en el municipio de Monterrey y parte del Estado de Nuevo Leó

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

TORMENTA TROPICAL CINCO (Agosto/1944)

Tocando ligeramente el norte de la Península de Yucatán, siguió su trayectoria hacia el Golfo de México, alcanzando vientos máximos de 95 km/h el 21 de agosto. Dicha tormenta tropical tuvo poco impacto, en el Estado de Nuevo León una estación de observación (ubicada al noreste) registró una ráfaga de viento de solo 27 km/h.

HURACÁN BARRY (Agosto/1983)

Iniciando como depresión tropical, entró al centro del Golfo de México, posteriormente se intensificó rápidamente, convirtiéndose en huracán el 28 de agosto, tocando tierra firme cerca de Brownsville, Texas. Antes de tocar tierra, Barry alcanzó su máxima fuerza con vientos de 130 km/h y una presión mínima de 986 mb. Los remanentes se dispersaron al norte de las montañas en México el 29 de agosto

HURACÁN BEULAH (Septiembre/1967)

Beulah inició un camino constante hacia el noroeste, fortaleciéndose como un huracán el 17 de septiembre. Se debilitó ligeramente antes de tocar tierra por última vez el 20 de septiembre al sur de la frontera entre EE.UU y México, presentando vientos de 205 km/h y una presión central estimada de 940 mb. Se volvió a debilitar rápidamente sobre tierra y se estancó cerca de Alice, Texas; posteriormente giró hacia el suroeste y se disipó sobre Nuevo León el 22 de septiembre, quedándose en el noreste de México. Dicho huracán dejó un saldo de 19 personas fallecidas, 100,000 personas sin hogar y daños calculados por 26.9 millones de dólares.

HURACÁN GILBERT (Septiembre/1988)

Este ciclón se intensificó hasta convertirse en huracán en las primeras horas del 11 de septiembre. Mientras se acercaba a la costa del Golfo de México, el ciclón se profundizó significativamente alcanzando su punto máximo como huracán de categoría 5, el 12 de septiembre, alcanzando vientos de 205 km/h y una presión de 967 mb. Este huracán trajo fuertes lluvias en partes del noreste de México.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

147

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

HURACÁN EMILY (Julio/2005)

Emily tocó tierra en la península de Yucatán como categoría 4, el 20 de julio volvió a tocar tierra en Tamaulipas como huracán y se disipó rápidamente en menos de 24 h. Emily se convirtió en el huracán más fuerte antes de agosto, pues su presión central fue de 323 mb y los vientos llegaron a alcanzar 260 km/h.



HURACÁN INGRID (Septiembre/2013)

El huracán Ingrid fue el segundo de la temporada de huracanes del 2013, así como el más destructivo, aunque no fue el más intenso. Durante los días 15 y 16 de septiembre, El huracán Ingrid en convergencia con el huracán Manuel en el Océano Pacífico, provocaron lluvias intensas en 22 de los 32 Estados de la república mexicana. Ambos huracanes dejaron a su paso más de 200,000 damnificados y 157 muertos al menos en su paso por México.





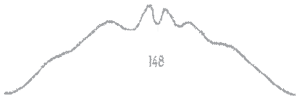
HURACÁN ALEX (De junio a julio/2010)

Alex mantuvo su gran diámetro de convección intensa, y unas horas después de ascender como huracán, presentaba un impresionante diámetro de unos 900 km, por lo que se siguió fortaleciendo. A las 9:00 p.m. (CDT) del 30 de junio, el CNH confirmó el impacto de Alex, como huracán de categoría 2 en el municipio de Soto la Marina, Tamaulipas, México. Se registraron vientos de 165 km/h y una presión atmosférica mínima de 947 hPa.



HURACÁN HANNA (Julio/2020)

Hanna tocó tierra en la isla del Padre, Texas con una intensidad máxima en los vientos de 150 km/h y una presión central de 973 mb. Volvió a tocar tierra por segunda vez cerca de Port Mansfield con una intensidad máxima de vientos sostenidos de 150 km/h y una presión de 974 mb y comenzo a debilitarse rápidamente, por lo que se degradó a tormenta tropical después de cruzar hacia el noreste de México; y pocas horas después se debilitó sobre el terreno montañoso de México.



148

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Tabla HDR-A-01. Datos de precipitación en mm de Huracanes en el Municipio de Monterrey.

	Punto	22/09/1967	27/09/1983	26/08/1985	25/08/1988	16/09/1988	01/07/2010	26/07/2020
Estación	19049	143			6.5	142	*	*
Nombre	Monterrey		0	27				
Situación	Suspendida							
Estación	19052	*	0	3.9	17.7	27.4	332.1	533
Nombre	Monterrey (OBS)							
Situación	Operando							
Estación	19061	*	0	0	2.2	260	*	*
Nombre	Topo Chico							
Situación	Suspendido							
Estación	19013	*	70.8	79.5	5.5	330.5	9.5	33.5
Nombre	El cercado							
Situación	Operando							
Estación	19063	*	0	51.2	32.4	127.5	389.3	230.8
Nombre	La boca							
Situación	Operando							

Fuente: Estaciones del Servicio Meteorológico Nacional.

Metodología

Se identifican los datos de todos los ciclones tropicales registrados por la NOAA y que tienen una proximidad de hasta 150 km en su trayectoria y centro, para caracterizar la ruta y parametros básicos de los registros de información ciclónica.

Se generan las trayectorias de dichos fenómenos mediante la base de datos de la cuenca la cual corresponde la zona de estudio.

Memoria de Cálculo

Consiste en realizar un análisis de la base trayectorias históricas de huracanes de la NOAA, tomando en cuenta factores como la distancia, variación radial de los vientos y la magnitud del fenómeno. Para esto se realizaron las siguientes acciones:

- Se identificaron los ciclones dentro del área de influencia directa del municipio mediante un buffer de 150 km.
- Se generaron las trayectorias de dichos fenómenos mediante la base de datos de la cuenca del Atlántico a la cual corresponde la zona de estudio.
- Se realizó el análisis espacial de la densidad de dichas trayectorias para definir, la tasa de incidencia potencial del fenómeno para el territorio municipal.
- Con los datos puntuales de cada trayectoria se realizó un análisis espacial de la densidad de estos tomando en cuenta los factores como son magnitud, distribución espacial y el tamaño.

Resultados

Los efectos directos de los huracanes como oleajes y marea de tormenta han sido prácticamente imperceptibles en el municipio de Monterrey debido a la lejanía que tiene de la costa. El mapa resultante muestra que la parte sureste del municipio tiene mayor nivel de peligrosidad debido a la densidad de trayectorias y la magnitud de cada uno de los ciclones que se intersecan a una distancia de 150 km. Es posible apreciar que las velocidades del viento con las que estos fenómenos llegan son bajas pues oscilan entre los 27 a los 92 km/h esto debido a que disminuyen cuando se internan al interior del continente.

Con base en este resultado, si ocurrieran fenómenos más intensos con trayectorias similares la zona delimitada con un nivel alto de peligro se vería más afectada por vientos extremos. Es importante resaltar que la zona centro y norte del municipio se encuentra con un nivel de peligrosidad de medio a muy bajo lo cual es benéfico ya que la Zona Metropolitana se encuentra distribuida en esas secciones del municipio. Se debe tomar en cuenta que las mayores afectaciones que surgen de estos fenómenos son por las lluvias que vienen asociadas a los mismos por lo tanto el municipio no deja de ser afectado directamente por las intensas precipitaciones que causan daños en la infraestructura de zonas urbanas y que tienen a su vez repercusiones en el desarrollo económico de un lugar. No se debe olvidar que también existen algunos efectos positivos entre los que destacan la recarga de acuíferos, presas y la renovación del ecosistema.

Imagen HDR-A-05. Daños ocasionados por huracán Alex



Fuente: https://www.nomada.news/historias/a-10-anos-del-huracan-alex-horas-de-muerte-y-destruccion/

MTY AQUÍ SE RESUELVE

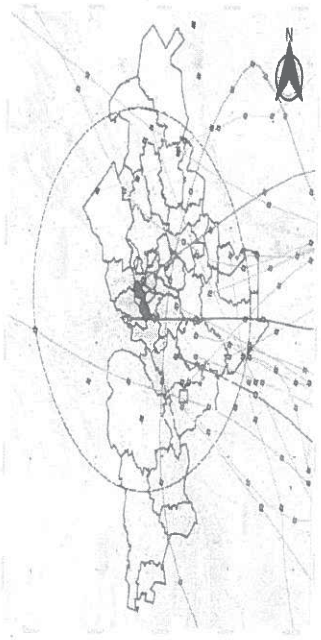
149

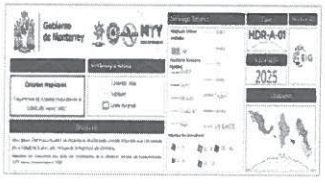
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

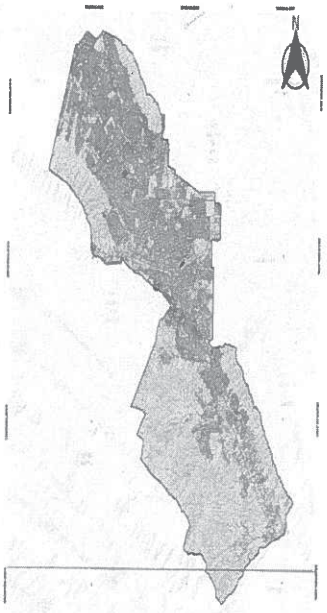
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

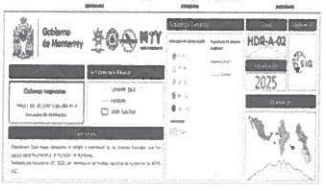
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





150

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

13.2. Inundaciones pluviales y fluviales

Introducción

Las inundaciones son eventos en los que el agua ocupa un sitio que normalmente está seco, causando daños materiales y humanos. Existen varios tipos de inundaciones según su origen, duración y extensión.

Según su origen pueden ser:

- Inundaciones fluviales: se producen por el desbordamiento de los ríos, arroyos o corrientes de agua, con origen en lluvias en su cuenca de aportación y que no ocurren necesariamente en el mismo sitio, es decir las lluvias pueden ocurrir en la parte alta de la cuenca y generar inundaciones en la parte baja de la misma, también pueden ser producidas por el derretimiento de nieve o ruptura de presas o diques. Afectan los terrenos adyacentes a los ríos.
- Inundaciones pluviales: se producen por la acumulación de agua en el suelo debido a las lluvias y que cuentan con condiciones deficientes de drenaje natural, es decir terrenos bajos, con poca pendiente o con depresiones. Son comunes en las zonas urbanizadas y en regiones con lluvias monzónicas o torrenciales.
- Inundaciones costeras: se producen por la elevación del nivel del mar, que invade la tierra firme, bien sea por tormentas, maremotos, tsunamis o tifones. Son frecuentes en las regiones costeras. En este caso no aplican.

Adicionalmente según las condiciones, las inundaciones se pueden clasificar por los factores, climáticos, meteorológicos, hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geomorfológicos y antrópicos.

Antecedentes de inundaciones en Monterrey.

A partir de los eventos históricos recapitulados en la versión anterior del atlas de Nuevo, se realizo a manera de resumen la siguiente tabla que muestra los eventos de inundación, comenzando por el año de suceso, el reporte de su ubicación, los sucesos y la posible causa principal.

Tabla HDR-B-01 Eventos históricos de inundación en Monterrey Nuevo León.

1632	Monterrey, NL	Desbordamiento de los ojos de agua de Santa Lucía arrastró las casas de los primeros habitantes.	Lluvias continuas durante varios días.
1613	Monterrey, NL	Nueva crecida de los ojos de agua de Santa Lucía destruye gran parte de las edificaciones.	Intensas lluvias.
1716	Monterrey, NL	Crecida del Río Santa Catarina durante 40 días de lluvia; surge la leyenda de la Virgen de la Purísima.	Lluvias prolongadas.
1782	Monterrey, NL	Inundación por crecida de ríos; el cabildo y muchas casas quedaron destruidas.	Torrenciales aguaceros.
8 octubre 1881	Zona sur de Monterrey	Desborde del Río Santa Catarina; destruye viviendas y sembradíos.	Lluvias intensas y crecida del río.
26 agosto 1938	Monterrey, NL	El río Santa Catarina se desborda; colapso del puente a Chipinque; primeras labores de auxilio de la Cruz Roja.	Lluvia constante durante horas.
20 septiembre 1967	Nuevo León	Estado incomunicado por paso del huracán Beulah.	Huracán "Beulah".
4 septiembre 1996	Monterrey (zona Norponiente)	Inundación por desborde del arroyo Topo Chico; cerca de 20 muertos, incluido un socorrista.	Lluvia intensa.
17 septiembre 1988	Monterrey y área metropolitana	Huracán "Gilberto" provoca crecida del Río Santa Catarina; más de 160 muertos y miles de damnificados.	Huracán "Gilberto".
1995	Monterrey y área metropolitana	Daños y víctimas por el paso del huracán "Gabrielle".	Huracán "Gabrielle".
1996	Monterrey y área metropolitana	Afectaciones por lluvias e inundaciones.	Huracán "Dolly".
14 junio 1999	Monterrey, NL	"Lunes Trágico": desborde del canal Topo Chico; 18 muertos.	Lluvias >70 mm; desborde de cauces urbanos.
Octubre 1999	Monterrey y zona metropolitana	Fuertes lluvias causan daños mayores.	Remanentes del huracán "Keith".
19-21 julio 2005	Monterrey y comunidades del estado	Daños en 100 comunidades; sin víctimas humanas.	Huracán "Emily".
13-14 octubre 2005	Juárez, Cadereyta, Guadalupe, Apodaca y Pesqueria	Evacuación por lluvias intensas; sin pérdidas humanas.	Lluvias torrenciales locales.
Agosto 2007	Nuevo León	Riesgo por huracán "Dean", sin impacto directo, lluvias de hasta 310 mm y 244 mm en mayo y julio.	Huracán "Dean" y lluvias extremas.
Junio 2010	Nuevo León (principalmente Monterrey)	Graves inundaciones, cortes eléctricos, 7 muertos y 1 desaparecido.	Huracán "Alex".

Fuente Atlas de Peligros y Riesgos, Monterrey, 2023

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Peligro por inundación

Separar las inundaciones en pluviales y fluviales es un artilugio común, ocupado con la finalidad de simplificar el análisis de las mismas y lograr identificar el origen de dicho fenómeno, con el objetivo de poder plantear soluciones que atacan el origen del problema. En la actualidad las capacidades técnicas y computacionales permiten analizar las inundaciones pluviales y fluviales en conjunto, de una manera holística, tomando como unidad de análisis las cuencas hidrológicas que influyen en los territorios que necesitamos analizar, en este caso el municipio de Monterrey en Nuevo León.

Metodología

Para la obtención del peligro por inundaciones pluviales y fluviales, se caracterizan en conjunto, por medio de la estimación de los escurrimientos y acumulaciones de agua en el terreno, se identificaron las cuencas de influencia en el municipio, se delimitaron según la topografía y se definen zonas en donde el análisis contara con mayor refinamiento.
Se considera que así se tiene de manera integral los volúmenes totales de las arroyos y ríos de las cuencas de influencia, y además se puede observar las acumulaciones de agua en el territorio municipal, y se están representando ambos tipos de inundaciones. Se considera una tormenta de diseño con intervalos horarios.

Cuencas de influencia al municipio de Monterrey

El municipio de Monterrey se encuentra cubierto por tres sub cuencas hidrológicas, según la red hidrográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de acuerdo a su clave de identificación son, RH24Bf R. Monterrey, RH24Bc R. Pesquería y RH24Bb R san Juan. La figura 1 muestra las cuencas y los escurrimientos dentro de las mismas respecto al límite municipal de

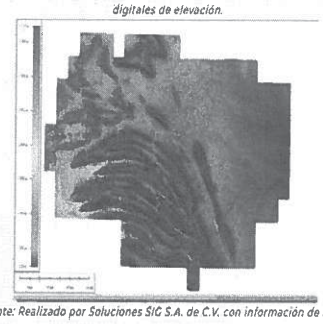
Imagen HDR-B-01 Subcuencas de la Región hidrológica RH 24 que tiene influencia en el municipio de Monterrey.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con información de SIATL

A partir de los Modelos Digitales de elevación de tipo superficie, se limitan las cuencas de influencia al municipio, con el objetico de considerar los escurrimiento que influyen en el territorio bajo análisis, y descartando así la porción de la sub cuenca que se encuentra fuera del municipio y que no tiene ningún tipo de influencia, así la figura 2 muestra la delimitación de cuencas a partir del MDE, formado por un mosaico de las cartas escala 1:10 000, con resoluciones de origen de 5 y 1.5 m.

Imagen HDR-B-02 Delimitación de las cuencas de influencia a partir de los modelos digitales de elevación.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con información de INEGI.

Para establecer las condiciones hidrológicas, a partir de las isoyetas, resultados del *ESTUDIO PARA REGIONALIZAR LOS GASTOS GENERADOS POR AVENIDAS MÁXIMAS, COMO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE PELIGRO POR INUNDACIONES FLUVIALES EN TODAS LAS CUENCAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA, Domínguez et al, 2018*, se obtuvieron las precipitaciones promedio para las subcuencas de influencia en el municipio.

Dado que las precipitaciones disponibles cuentan con duraciones de 1 y 24 horas, se debe estimar el factor de convección que los relaciona para poder estimar las precipitaciones horarias, para el área que cubre las cuencas de influencia. esto se realiza según lo establecido en la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos, para los periodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 en vez de 250 y 500 años.

Las imágenes HDR-A-03 y 04 muestran, respectivamente superficies de interpolación, generadas a partir de las isoyetas mencionadas, estas permiten asignar un valor de precipitación espacialmente distribuido en todas las subcuencas, posteriormente se obtiene un valor promedio para los cálculos.

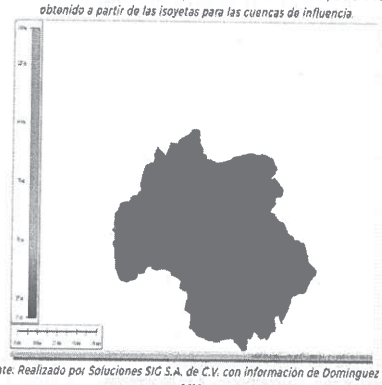
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

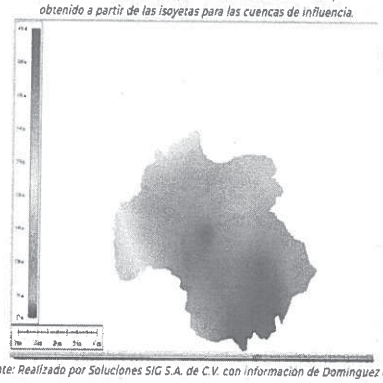
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen HDR-B-03 Superficie de precipitación con duración de 1hr para el TR 500 obtenido a partir de las isoyetas para las cuencas de influencia.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con información de Dominguez et al, 2018.

Imagen HDR-B-04 Superficie de precipitación con duración de 24 hr para el TR 500 obtenido a partir de las isoyetas para las cuencas de influencia.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con información de Dominguez et al, 2018.

En la Tabla HDR-B-02 se muestran los valores de precipitación para cuenca de influencia resultante a Monterrey, para las duraciones de 24 y 1 horas, para los periodos de retorno que se analizaran, además se muestra su factor R, el cual se considera 0.33.

Tabla HDR-B-02 Valores de precipitación para los periodos de retorno TR para duraciones de 1 y 24 horas.

Precipitación	1h	109.42	97.389	88.031	77.644	69.256	43.400	33.267	22.687
	24h	335.494	296.873	270.095	239.379	168.751	133.933	102.196	70.025
	R	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V

La estimación de tormentas y posteriormente gastos de diseño para inundaciones se realiza a partir de las precipitaciones medias asociadas a duraciones menores que un día, es decir horarias, por lo que se deben de obtener las curvas intensidad-duración-período de retorno. Con base en la teoria de Chen, 1983 en la cual representa de una manera generalizada la relación intensidad-duración-período de retorno para cualquier localidad en los Estados Unidos mediante la estimación de un factor R resultado de la asociación de la lluvia para un período de retorno de 10 años tanto para 1 hora como para 24 horas y para un período de retorno de 100 años, la altura de lluvia para 1 hora "R" = (P1 T / P24 T).

Concluyendo que el cociente R que relaciona la altura de lluvia de 1h con la de 1 día varia entre un 10% - 60% con la ubicación geográfica y que es independiente del período de retorno; que la razón de altura de lluvia con la frecuencia parece ser independiente de la duración y varia entre los rangos de 1.33-1.63. Estas relaciones fueron utilizadas para la construcción de la siguiente ecuación con la cual se puede calcular la precipitación para cualquier duración y período de retorno.

$$P_t^T = \frac{a_1 P_1^{10} \log\left(10^{2-X} T^{\lambda-1}\right)}{(t+b)^c}\left(\frac{t}{60}\right)$$

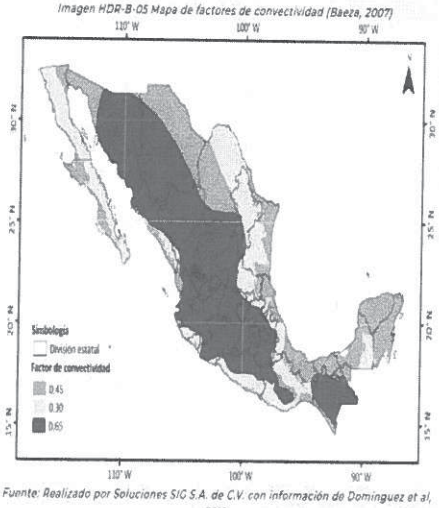
En este caso para obtener valores ajustados al territorio mexicano se utilizan las modificaciones realizadas por Baeza, 2007, en la que utiliza información pluviométrica existente en México para estimar las precipitaciones asociadas a una duración de 24h y cualquier periodo de retorno con mayor precisión que la que se obtienen usando la relación

MTY AQUÍ SE RESUELVE

que propone Chen. Así del factor R = P1 T / P24 T, denominado "factor de convectividad", se maneja regionalmente considerando la topografía y su relación con los fenómenos meteorológicos predominantes en cada zona. De acuerdo con los resultados obtenidos en las diferentes estaciones analizadas Baeza dividió la república en 3 regiones, Figura 5, dependiendo de la región en que se encuentre el sitio o la cuenca que se desea estudiar se recomienda usar los valores del factor R, mostrados en la figura.

Una vez definido el valor de R que corresponda al sitio de estudio, los valores correspondientes a cualquier duración menor que 24 horas se obtienen mediante la Tabla 4 que los relaciona con los de 1h.

Imagen HDR-B-05 Mapa de factores de convectividad (Baeza, 2007)



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con información de Dominguez et al, 2018.

Tabla HDR-B-03 Relación K=(P_d^T)/(P_1^T) modificada en función de R y la duración d. (Modificada de Luna, 2013).

10	0.17	0.293	0.390	0.432	0.454	0.462	0.469	0.481	0.487
15	0.25	0.380	0.485	0.536	0.565	0.675	0.584	0.600	0.608
30	0.50	0.692	0.699	0.745	0.773	0.783	0.793	0.809	0.816
60	1.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
120	2.00	1.645	1.424	1.377	1.350	1.225	1.203	1.166	1.151
150	2.50	1.934	1.595	1.435	1.337	1.300	1.268	1.215	1.193
180	3.00	2.207	1.750	1.578	1.410	1.363	1.322	1.254	1.226
210	3.50	2.468	1.892	1.631	1.475	1.417	1.367	1.286	1.253
240	4.00	2.719	2.024	1.715	1.532	1.465	1.407	1.314	1.275
270	4.50	2.961	2.148	1.793	1.584	1.508	1.443	1.337	1.294
300	5.00	3.196	2.266	1.865	1.631	1.547	1.475	1.358	1.311
330	5.50	3.425	2.378	1.933	1.675	1.583	1.504	1.377	1.326
360	6.00	3.649	2.485	1.997	1.716	1.616	1.531	1.395	1.339
390	6.50	3.867	2.587	2.057	1.755	1.647	1.556	1.410	1.351
420	7.00	4.081	2.686	2.115	1.791	1.676	1.579	1.425	1.362
450	7.50	4.291	2.781	2.170	1.825	1.704	1.601	1.438	1.373
480	8.00	4.497	2.874	2.223	1.858	1.730	1.621	1.451	1.382
510	8.50	4.700	2.963	2.273	1.889	1.754	1.641	1.463	1.391
540	9.00	4.899	3.050	2.322	1.919	1.778	1.659	1.474	1.399
570	9.50	5.096	3.134	2.369	1.947	1.800	1.677	1.484	1.407
600	10.00	5.289	3.216	2.414	1.975	1.822	1.694	1.494	1.415
630	10.50	5.480	3.297	2.458	2.001	1.842	1.710	1.504	1.422
660	11.00	5.669	3.375	2.501	2.026	1.862	1.725	1.513	1.429
690	11.50	5.855	3.452	2.542	2.051	1.881	1.740	1.522	1.435
720	12.00	6.039	3.527	2.582	2.074	1.900	1.754	1.530	1.441
750	12.50	6.221	3.600	2.622	2.097	1.918	1.768	1.538	1.447
780	13.00	6.401	3.672	2.660	2.120	1.935	1.781	1.545	1.452
810	13.50	6.580	3.743	2.697	2.141	1.952	1.794	1.553	1.458
840	14.00	6.756	3.812	2.734	2.162	1.968	1.807	1.560	1.463
870	14.50	6.931	3.880	2.769	2.183	1.984	1.819	1.567	1.468
900	15.00	7.104	3.947	2.804	2.203	1.999	1.831	1.573	1.473
930	15.50	7.275	4.013	2.838	2.222	2.014	1.842	1.580	1.477
960	16.00	7.445	4.078	2.872	2.241	2.029	1.853	1.586	1.482
990	16.50	7.614	4.142	2.904	2.260	2.043	1.864	1.592	1.486
1020	17.00	7.781	4.205	2.936	2.278	2.057	1.875	1.598	1.490
1050	17.50	7.947	4.266	2.968	2.296	2.070	1.885	1.604	1.495
1080	18.00	8.112	4.328	2.999	2.313	2.084	1.895	1.609	1.499
1110	18.50	8.275	4.388	3.029	2.330	2.096	1.905	1.615	1.502
1140	19.00	8.437	4.447	3.059	2.347	2.109	1.914	1.620	1.506

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

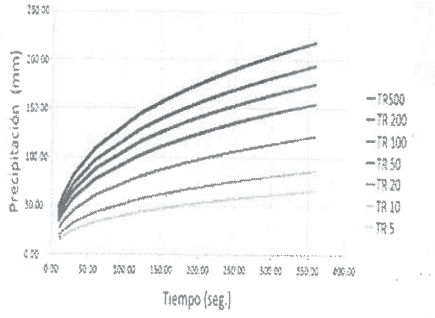
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

1170	19.50	8.598	4.506	3.088	2.363	2.122	1.926	1.625	1.510
1200	20.00	8.758	4.564	3.117	2.379	2.134	1.933	1.630	1.513
1230	20.50	8.917	4.621	3.146	2.396	2.146	1.942	1.635	1.517
1260	21.00	9.075	4.678	3.174	2.411	2.157	1.951	1.640	1.520
1290	21.50	9.232	4.734	3.201	2.426	2.169	1.959	1.645	1.524
1320	22.00	9.388	4.789	3.228	2.441	2.180	1.968	1.649	1.527
1350	22.50	9.543	4.843	3.255	2.455	2.191	1.976	1.654	1.530
1380	23.00	9.696	4.897	3.282	2.470	2.202	1.984	1.658	1.533
1410	23.50	9.849	4.951	3.308	2.484	2.213	1.992	1.662	1.536
1440	24.00	10.001	5.004	3.333	2.498	2.223	2.000	1.667	1.539

Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con información de Domínguez et al, 2018.

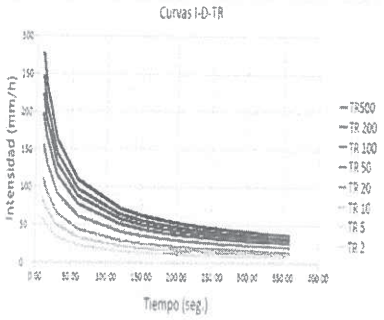
A partir de estas se obtienen las curvas altura de precipitación, duración periodo de retorno, figura 6, y de intensidad -duración periodo de retorno figura 7 , además de los hietogramas para las tormentas con duración de 15 horas, dado que el 90% de la precipitación acumulada de un día se alcanza cerca de las 14.5 horas

Imagen HDR-B-06 Curvas altura de precipitación - duración - periodo de retorno.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V

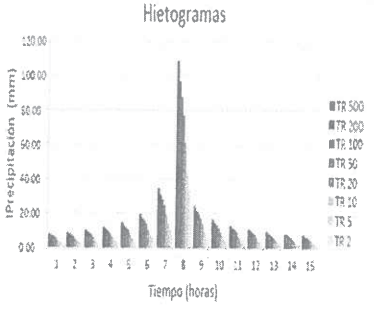
Imagen HDR-07 Curvas intensidad de precipitación - duración - periodo de retorno.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V

La imagen HDR-B-08 muestra los hietogramas de precipitación que representan las tormentas de diseño para los ocho periodos de retorno considerados, y los cuales son la entrada para el modelo lluvia escurrimiento.

Imagen HDR-08 Hietogramas de precipitación para 8 periodos de retorno con duración de 15 horas.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V

MTY AQUÍ SE RESUELVE

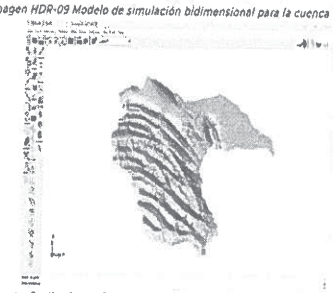
155

Modelo de simulación matemática

Para la obtención del peligro se utiliza el modelo computacional, iber 3.4, dado que este permite analizar de manera hidráulica los escurrimientos en los ríos y arroyos del municipio y establecer el modelo de inundación pluvial por medio de la acumulación de la precipitación en el terreno.

Iber es un modelo numérico bidimensional para la simulación del flujo superficial libre en ríos y estuarios. Iber resuelve las ecuaciones completas de aguas poco profundas promediadas en profundidad para calcular la profundidad del agua y las dos componentes horizontales de la velocidad promediada en profundidad. Estas ecuaciones se resuelven mediante un solucionador de volúmenes finitos no estructurado explícito en el tiempo. Los algoritmos implementados en el modelo han sido ampliamente validados y aplicados en estudios previos relacionados con la inundación de ríos y las corrientes de marea en estuarios. En Bladé et al. (2014)

Imagen HDR-09 Modelo de simulación bidimensional para la cuenca RH24bf

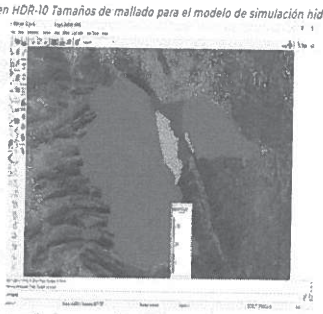


Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. mediante en el programa computacional Iber3.4.

La imagenHDR-B-09 muestra una representación tridimensional de la cuenca RH24BF en modelo iber en la cual se realiza el proceso lluvia escurrimiento.

La imagen HDR-B-10 muestra las superficies para las cuales se definieron tres tamaños de malla para el calculo numérico, de 5 m para la zona urbana dentro del municipio, de 15 m para el resto del para municipal y de 150 m la generalidad de la cuenca esto para contar con simulaciones mas eficientes, dado que las cuencas de influencia cuentan con áreas de gran magnitud.

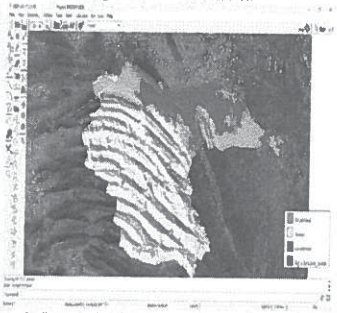
Imagen HDR-10 Tamaños de mallado para el modelo de simulación hidráulico.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. mediante en el programa computacional Iber3.4.

La imagen HDR-B-11 muestra las superficies definidas para la rugosidad del suelo dentro de los modelos de simulación numérica, las cuales se obtiene de las cartas de uso de suelo y vegetación de INEGI, en este caso dentro de la cuenca de estudio se tienen cuatro principales clasificaciones, las cuales son pastizales, bosque, área residencial y zonas agro forestales.

Imagen HDR-11 Área definida a partir de los usos de suelo para la representación de la rugosidad de modelo hidráulico.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. mediante en el programa computacional Iber3.4.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

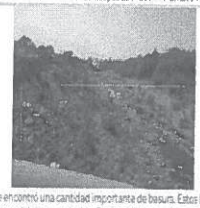
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Trabajo de Campo

Durante la semana del 6 al 11 de marzo, se hizo trabajo de campo en compañía de personal de Protección Civil municipal, recorriendo los lugares que han sufrido daños por inundaciones o están en riesgo, así como puntos de control para verificar las dimensiones de los ríos, arroyos y canales. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Río Pesquería

Coordenadas: 360209.22, 2853471.07 Punto: F1



En la zona del río Pesquería se encontró una cantidad importante de basura. Estos basureros clandestinos forman terrazas lo cual hace que el cauce del río sea reducido. El ancho del cauce tiene 25m y una profundidad de 6m.

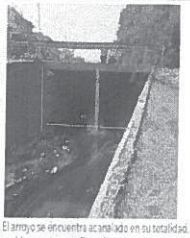
Coordenadas: 360847.19, 2853648.68 Punto: F2



También en esta zona existe asentamientos irregulares cuyo material de vivienda son madera, láminas y desechos plásticos. Por lo cual es una zona altamente vulnerable, no solo a las inundaciones sino a enfermedades por la acumulación de desechos e incendios provocados, las cuales se reportan en la zona.

Arroyo Topo Chico

Coordenadas: 364491.99, 2847506.33 Punto: F3



Inicio del Arroyo Topo Chico. El arroyo se encuentra acanalado en su totalidad. Durante los recorridos, se encontró basura hasta incluso muebles en el cauce. El ancho promedio es de 9 m con una profundidad de 2 a 5m.

Coordenadas: 365330.29, 2847316 Punto: F4



Coordenadas: 365720.52, 2846903.03 Punto: F5



Más adelante cuando cruza con el drenaje paralelo a la Av. Raúl Rangel Frías, el cauce y la altura aumentan significativamente, 21 m de ancho y 9 m de profundidad En este lugar se suscitó la creación de un socavón y el derrumbe de la estructura del puente.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Rio La Chueca

Coordenadas: 378327.49, 2823383.89 Punto: F7



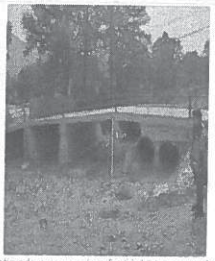
En el arroyo La chueca, existe la peculiaridad, de que existan viviendas dentro del cauce del río, cuando el río crece, los habitantes de esta zona utilizan escaleras para evacuar. Además de este problema se adiciona que en este punto existen descargas de drenaje, provenientes un fraccionamiento que se encuentra topográficamente arriba. La lámina de agua alcanza los 2m despues del desborde. En este punto el arroyo tiene un ancho de 13.5 m y 6 m de profundidad.

Coordenadas: 365330.29, 2847216 Punto: F4



Zona inundable, canal que conecta con el Río la Chueca, en este lugar se formó un socavón, y la fuerza de la corriente se llevó la pavimentacion de la calle.

Coordenadas: 379372.53, 2823219.16



En la zona del río existe estos tipos de cruce ya que la profundidad del arroyo se reduce a 1.5m. Pero, aunque son construcciones relativamente nuevas, han sido intervenidas, creando ruecos para el paso del agua

Arroyo Seco

Coordenadas: 367779.79, 2876858.49 Punto: F10





Inicio de arroyo seco en Monterrey, esta sección se encuentra canalizado, y con obras de reduccion de velocidad. Durante el recorrido se encontraban reparando un socavón de 8 m de diámetro y 2m de profundidad. En este punto también existe la descarga de aguas negras

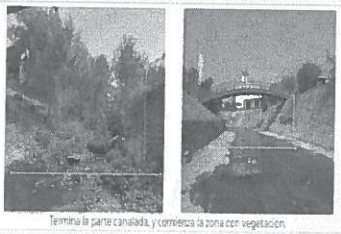
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

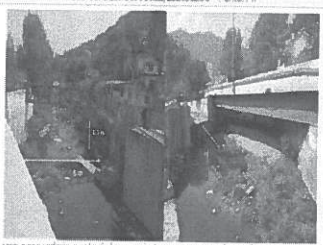
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Coordenadas: 367978.29, 2836658.41 Punto: P 10



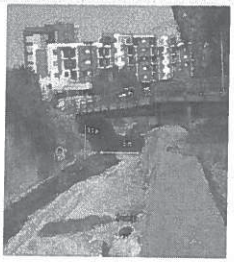
Termina la parte canalada, y comienza la zona con vegetación.

Coordenadas: 369066.22, 2836363.90 Punto: F11



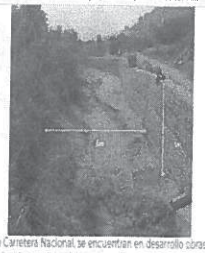
Conexión con arroyo secundario, punto de basura, vierten aguas negras. Los vecinos comentan que estudiantes del TEC ayudan a limpiar el arroyo. Existe alcantarillas con fugas. Existen bordos y algunas obras realizadas por los mismos vecinos, para evitar inundarse.

Coordenadas: 369571.40, 2836743.29 Punto: F12



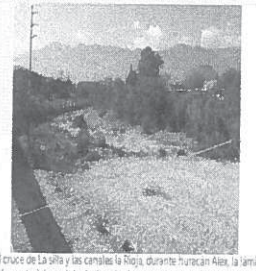
Rio de La Silla

Coordenadas: 373951.62, 2830136.55 Punto: F13



El río la Silla a la altura de la Carretera Nacional, se encuentran en desarrollo obras de mitigación, como son muro de gaviones de más 4 m, las medidas del cauce son 7 m de ancho y 5 m de profundidad. En la zona aledaña se alcanzaron láminas de agua de más del m en huracán Alex, afectando principalmente la vialidad. Adicionalmente en este lugar existe descarga de aguas negras.

Coordenadas: 374496.38, 2830947.28 Punto: F14



En la Estanzuela, en el cruce de La silla y las canalas la Rioja, durante huracán Alex, la lámina de agua alcanzó más de 3m, hubo pérdidas materiales, salida de drenaje. Actualmente hay un Mercado de manera temporal que se pone a orillas del cauce del río, lo cual lo hace un sitio de alta vulnerabilidad. Se hicieron obras, como la construcción de un muro de contención, pero como refuerzo de la calle contigua, mas no como beneficio de la población en riesgo. En este punto el río tiene mas de 30m de ancho y 3.5 de profundidad.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

159

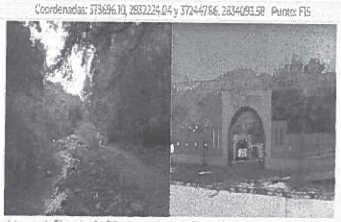
Página 159 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

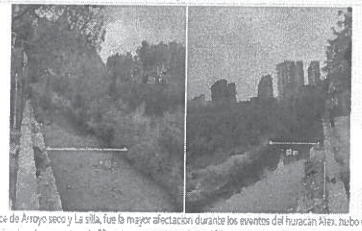
Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Coordenadas: 373696.10, 2832224.04 y 372447.66, 2834493.58 Punto: F15



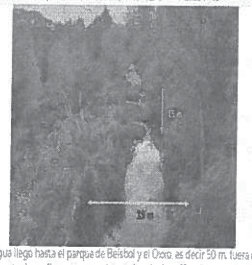
A partir del cruce de Elizondo y La Silla, durante huracan Alex, la lámina de agua alcanzo más de 3m, la velocidad del agua arraso con el lugar desde el parque la silla hasta Canoas.

Coordenadas: 372154.71, 2837944.10 Punto F: 16



En el cruce de Arroyo seco y La silla, fue la mayor afectacion durante los eventos del huracan Alex, hubo un daño en las viviendas el agua entrando 30 metros a una altura de 1m. Hubo una evacuación de la población afectada a una escuela e iglesia cercana. Actualmente se construye un muro de contención el cual, a partir de esta la población siente estar más segura ya que los niveles de no de la silla no han superado ese umbral.

Coordenadas: 372586.11, 2836352.19 Punto F: 16



El tirante de agua llego hasta el parque de Beisbol y el Oxxo, es decir 50 m. fuera de su cauce. Aproximadamente m. de altura. En esta punto el rio de la silla tiene 12m de ancho y 15m de profundidad.

Durante la semana del 6 al 11 de marzo, se hizo trabajo de campo en compañia de personal de Protección Civil municipal, recorriendo los lugares que han sufrido daños por inundaciones o estan en riesgo. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Calle Lic. Luis Echeverria Álvarez

Coordenadas: 364972.44, 2850921.71 Punto: P1



En la Calle Lic. Luis echeverria Alvarez, las casas tienen un desplante, de aproximadamente 2m., los que están cerca del arroyo del topo chico y conforme se alejan este desplante disminuye hasta llegar a 40cm o 50cm. Esto se debe a que para la urbanizacion esta avenida funge como la escorrentia principal del arroyo topo chico. Se ha reportado que la altura del tirante de agua llega a las 2m. Ademas, cerca del inicio del canal de Topo chico, las escorrentias que bajan del cerro se han convertido de tiraderos clandestinos.

Canal Aztlán

Coordenadas: 364972.44, 2850921.71 Punto: P2



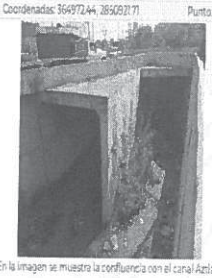
El ancho promedio es de 20m con una profundidad de 9m. Cuando rebasa su capacidad llega a inundar hasta un tirante del m. El canal durante los recorridos se encontraba lleno de basura. Los canales secundarios que conecta con el canal Aztlan. Son más pequeños, pero se encuentran reducidos por las viviendas. Cerca del canal hay varias invasiones de Predios, Casas de lamina, carton y basura. Lo cual los vuelve vulnerables ante una situación de inundación.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Coordenadas: 364977.44, 2850921.71 Punto: P3



En la imagen se muestra la confluencia con el canal Azteca.

Talleres

Coordenadas: 362794.56, 2849848.63 Punto: P4



Esta zona se inunda frecuentemente. La lámina de agua llega hasta 1m, lo cual afecta principalmente a los comercios y a los usuarios del metro. Por lo general se crea encharcamiento y la gente se queda resguardada en las instalaciones del metro. Existe daños en el Parque debido a estos eventos.



Coordenadas: 363115.45, 2849616.72 Punto: P6



El Nivel baja cuando el sistema de Metro abre sus compuertas. Aunque una de las salidas de este drenaje da directo a la calle G. Montero. Adicionalmente hay unos predios en esta zona los cuales se encuentra invadida y el material de su casa son de lámina, cartón y basura. Lo cual los vuelve altamente vulnerables.

Calle José Ovalle, Colonia Fidel Velázquez

Coordenadas: 363115.45, 2849616.72 Punto: P7



En este lugar ocurrió una afectación importante en una vivienda. La fuerza del agua derrumbo la barda de la vivienda, el tirante fue de 0.5m. Los daños por este suceso ascienden a los 250 mil pesos en perdida.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

161

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Coordenadas: 361473.48, 2848188.67 Punto: P8



Adicional a esto hubo la caída de la barda del Panteón Municipal Valle Verde. Durante estos eventos no estaba totalmente poblada la zona, hoy en día, vecinos han construido y obstruyen parte del canal.

Estanzuela

Coordenadas: 374601.70, 2830763.64 Punto: P12



En esta zona el canal de la Rioja pierde parte de su cauce y topográficamente hay una depresión importante. Por lo tanto, es una zona muy frecuente para inundarse. En este punto han quedado muchos autos atrapados, el tamaño del dronaje ha aumentado considerablemente pero aun así sigue siendo una zona de riesgo. El tirante durante el huracan Alex fue de casi 1 m, dejando bajo el agua la planta baja de casas. Hubo perdidas materiales (autos y negocios cercanos) y lamentablemente vidas humanas.

Escorrentia en el cerro de Las Mitras

Coordenadas: 357788.73, 2850311.75 Punto: E1



A las faldas del Cerro Mitras las escorrentías se encuentran acanaladas en la zona de Fraccionamientos y Residencias de Cumbres. Algunos de recién creación, tienen grietas y desprendimientos de los muros. Característicos que más adelante podrían ocasionar problemas a los habitantes. Otro factor importante son las dimensiones de estos canales, que se pondrán a prueba con las próximas lluvias.

Coordenadas: 357718.96, 2850923.77 Punto: E2



Los escurrimientos cercanos a la Av. Abraham Lincoln no están entubados, pero en ellos hay descargas de drenaje.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

163

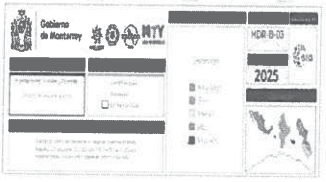
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

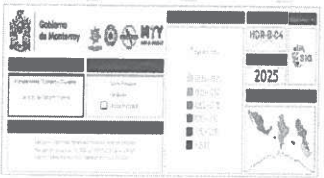
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





164

MTY AQUÍ SE RESUELVE

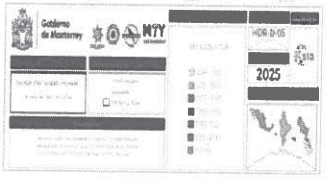
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

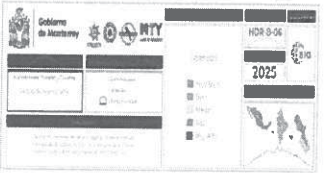
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





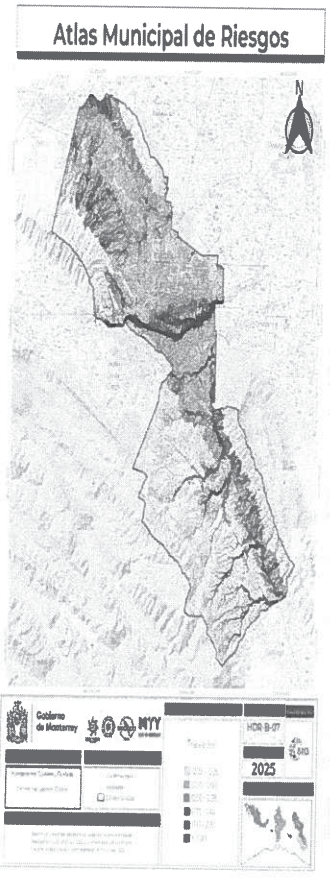
MTY AQUÍ SE RESUELVE

165

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





166

MTY AQUÍ SE RESUELVE

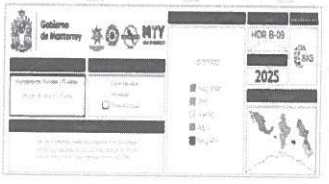
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

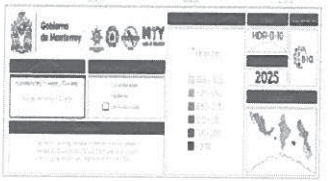
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





MTY AQUÍ SE RESUELVE

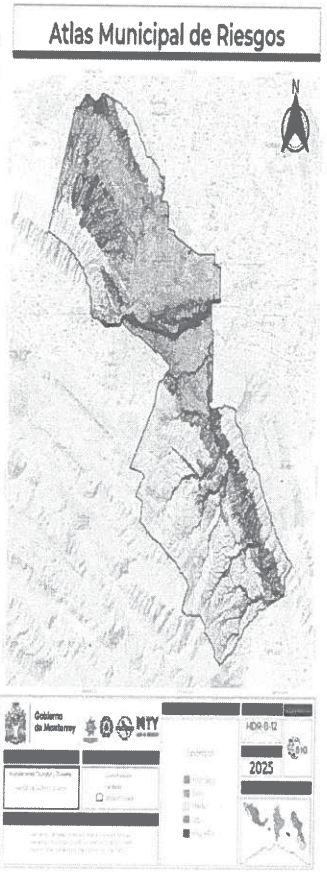
167

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





168

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

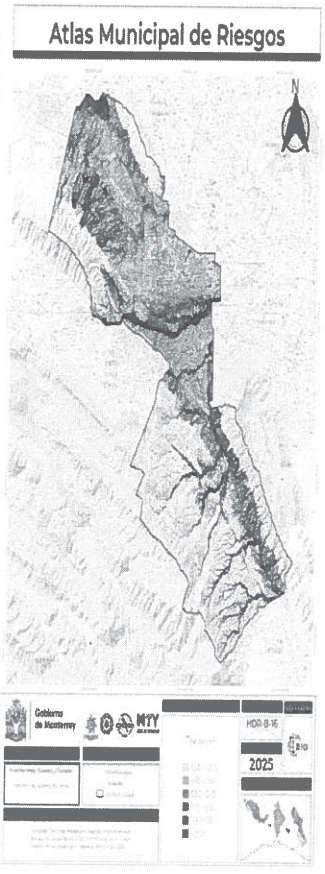
169

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





170

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

171

Página 171 | 403

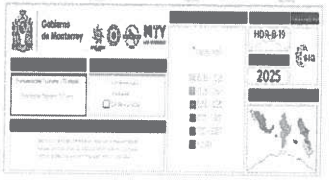
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

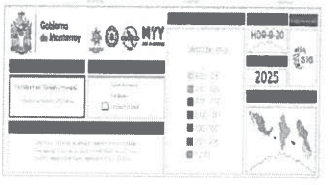
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





172

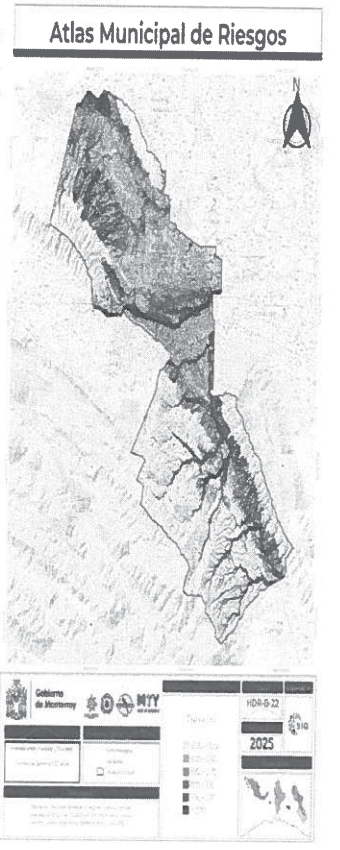
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

173

Página 173 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





174

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

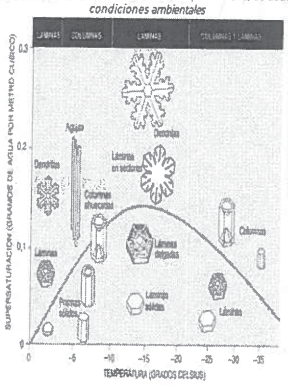
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

13.3. Tormentas de nieve

Antecedentes

De acuerdo con el fasciculo Tormentas Severas publicado por CENAPRED, las tormentas de nieve o nevadas son clasificadas como forma de precipitación de tipo sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes (en ocasiones blancos) de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. Generalmente la condensación de la nieve forma ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones. La temperatura y humedad de la atmósfera define la forma y tamaño de los copos de nieve (CENAPRED, 2006).

Imagen HDR-N-01. Proceso de crecimiento del copo de nieve, de acuerdo con las condiciones ambientales



Fuente: Libbrecht, 2007

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas están relacionados con la temporada invernal, ya que son eventos donde las temperaturas descienden abruptamente debido a la presencia de masas de aire polar y/o frentes frios, los cuales interactúan con la humedad proveniente de los océanos produciendo toda clase de precipitaciones como lluvia, aguanieve o nieve.

La disminución de la temperatura asociada a la presencia de tormentas de nieve puede provocar enfermedades en las vías respiratorias o en el peor de los casos, muerte por hipotermia lo cual ocurre generalmente en la población más vulnerable. En las zonas urbanas, la nieve acumulada puede provocar varios daños, desde desquiciamiento del tránsito, apagones, obstrucción del drenaje, colapso de techos, ruptura de tuberías de agua potable y drenaje hasta suspensión de actividades. Por otra parte, una tormenta de nieve en las zonas rurales puede afectar grandes superficies de cultivos provocando su pérdida total o bien afectar la salud del ganado.

En México Históricamente las zonas donde su ocurrencia es más frecuente son los volcanes del Pico de Orizaba, Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, así como en las sierras de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Baja California y Nuevo León, y en menor frecuencia en la zona del Bajío (Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Jalisco), así como en las faldas del Nevado de Toluca y las partes altas del valle de México, como es el Ajusco.

Antecedentes

Para el municipio de Monterrey, se han registrado alrededor de 9 nevadas históricas, en sus zonas serranas (tomado de notas periodísticas). A partir de la búsqueda de notas periodísticas se elaboró una línea de tiempo, con aquellos acontecimientos importantes para el municipio, esto se puede observar en la Imagen PH-04-2.

Imagen HDR-N-02. Línea del tiempo de nevadas registradas en Monterrey



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de notas periodísticas.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Metodología

Existen varias metodologías para realizar la delimitación de las zonas que poseen algún grado de peligro por tormentas de nieve, o bien, para conocer la probabilidad de que se presente uno de estos eventos en una zona dada. Para conocer dicha probabilidad se utiliza una función de peligro, donde la precisión de los resultados dependerá de la calidad y la cantidad de datos que se tengan para el área de estudio. Por desgracia, en México no se cuenta con registros climatológicos de la ocurrencia de las nevadas, mucho menos con registros del tamaño de los copos de nieve, grosor de la capa precipitada de nieve o duración de las tormentas de nieve, por lo que no hay una variable en particular que se correlacione directamente con este fenómeno. En este sentido CENAPRED utilizó una metodología para calcular un índice de peligro por nevadas (IPN) basado en los sitios donde han ocurrido estos fenómenos en el país a nivel localidad durante las épocas prehispánica, colonial y del siglo XIX, así como por registros de otras fuentes de información como notas periodísticas, reportes de las unidades estatales de Protección Civil, reportes de CONAGUA y de SAGARPA que cubren hasta los eventos de 2011, pero a nivel municipal (CENAPRED, 2012).

Memoria de calculo

El IPN se calculó con base en la frecuencia del fenómeno, que implica contar el número de veces donde han ocurrido eventos a nivel municipal para posteriormente ser dividido entre el dato más alto (CENAPRED, 2012). Una vez obtenido el índice, se estableció una caracterización basada en el número total de eventos la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla HDR-N-01. Valores del índice de frecuencia por nevada.

1		0.00-0.03
2	Bajo	0.03-0.13
3	Medio	0.13-0.33
4	Alto	0.33-0.63
5		0.83-1.00

Fuente: CENAPRED, 2012.

Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos por CENAPRED, el municipio de Monterrey presenta un Índice de Frecuencia de Nevadas del 0.03 – 0.13, que equivale a un nivel de peligro bajo. Esto se debe a que dentro del municipio se han tenido acontecimientos importantes de nevadas, pero en periodos de tiempo muy amplios, aunque cabe resaltar que los últimos dos eventos de nevadas fueron entre el 2017 y el 2021.



176

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

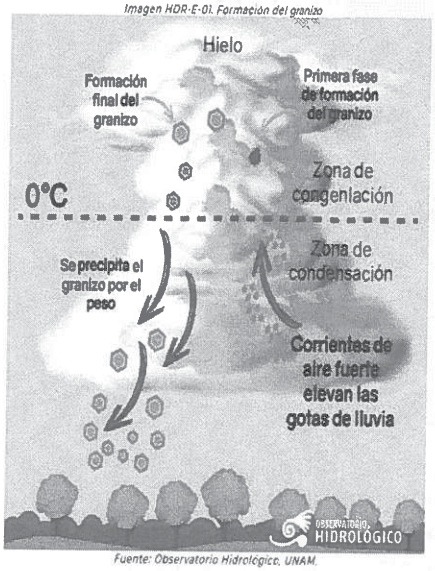
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

13.4. Tormentas de granizo

Introducción

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbos son arrastrados por corrientes ascendentes y descendentes de aire. El tamaño del granizo puede variar entre los 5 mm de diámetro hasta tamaños de una pelota de golf, estos tamaños pueden provocar daños materiales y el mayor daño se produce en cultivos, e incluso varias piedras pueden solidificarse resultando en grandes masas de hielo y nieve sin forma (CENAPRED, 2012).

Imagen HDR-E-01. Formación del granizo

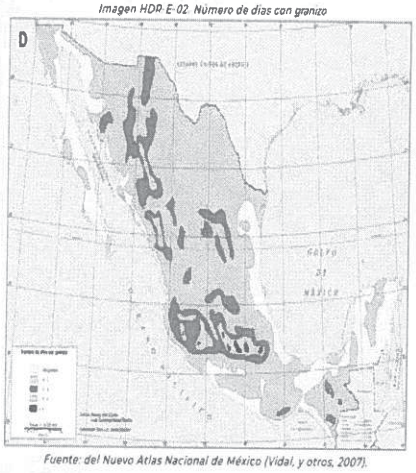


Fuente: Observatorio Hidrológico, UNAM.

Las zonas con mayores afectaciones provocadas por tormentas de granizo suelen ser las rurales ya que las piedras de hielo destruyen los plantíos causando graves pérdidas económicas. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte. Cuando existe una gran acumulación en las alcantarillas pueden generar inundaciones o encharcamientos. Es importante destacar que la magnitud de los daños que pueden provocar las tormentas de granizo depende de su cantidad y tamaño (CENAPRED, 2010).

En la República Mexicana se registran granizadas principalmente en la región del altiplano, particularmente en los valles de la porción sur de éste y en la Sierra Madre Occidental, así como en la Sierra Madre del Sur y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora. Las ciudades que con mayor frecuencia son afectadas, son Puebla, Pachuca, Tlaxcala, Zacatecas y la ciudad de México donde se tiene la mayor incidencia durante los meses de mayo, junio, julio y agosto (CENAPRED, 2012).

Imagen HDR-E-02. Número de días con granizo



Fuente: del Nuevo Atlas Nacional de México (Vidal, y otros, 2007).

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

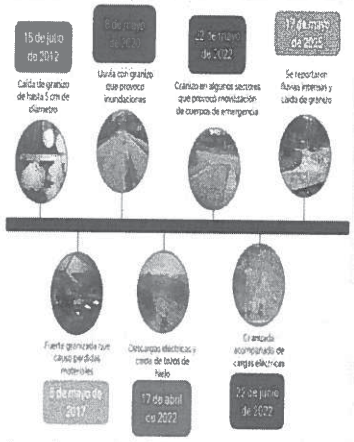
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Antecedentes

A continuación, se presenta una línea del tiempo de algunas tormentas de granizo ocurridas en los últimos años dentro de los límites del municipio de Monterrey.

Imagen HDR-E-03. Línea del tiempo de importantes granizadas en Monterrey



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de notas periodísticas.

Metodología

Para obtener el mapa de la distribución espacial de las tormentas de granizo en el municipio de Monterrey, se obtuvieron los registros de días con granizadas en el periodo 1951-2010 disponibles en las Normales Climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional. Estos datos recopilados de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro del territorio municipal y aquellas localizadas en el área de influencia.

En el municipio de Monterrey, las tormentas de granizo no guardan un patrón bien definido, pero se puede observar de los pocos registros que se tienen se concentran entre los meses de abril a octubre, como se puede observar en la tabla PH-05-1, donde se tienen los días con granizo mensuales.

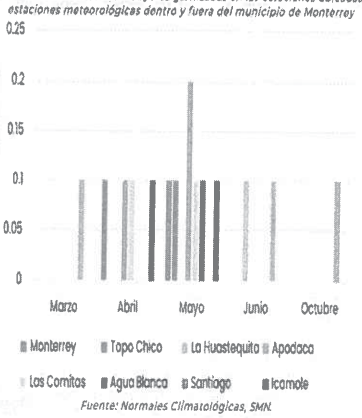
Tabla HDR-E-01. Días con granizo de estaciones ubicadas en Monterrey

19049	Monterrey	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0
19061	Topo Chico	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0
19058	Santa Catarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19096	La Huasteguita	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
19015	El Cerrito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19004	Apodaca	0	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0
19038	Las Comitas	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0
19031	La Cruz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19002	Agua Blanca	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0
19145	Santiago	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0
19026	Icamole	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0

Fuente: Normales Climatológicas, SMN.

Con los datos anteriores se elaboró una gráfica donde se representa visualmente los meses con mayores días de granizadas y las estaciones con mayores registros de estos eventos.

Grafica HDR-E-01. Meses con mayores granizadas en las estaciones ubicadas en estaciones meteorológicas dentro y fuera del municipio de Monterrey



Fuente: Normales Climatológicas, SMN.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Una vez obtenidos los datos por cada estación, se trazaron isolíneas con valores del número de días con granizo mediante interpolación de datos utilizando sistemas de información geográfica.

Con base en la información de las estaciones meteorológicas, se obtuvieron datos que reportan tiempos de duración de fracción de días con granizo acumulados por año, plasmado en número de días con granizo. Con esta información se realizó la distribución espacial de las zonas que podrían presentar mayores frecuencias de estos eventos.

Tabla HDR-E-02. Días con granizo anualmente

19049	Monterrey	0.2
19067	Topo Chico	0.1
19058	Santa Catarina	0
19096	La Huasteca	0.1
19015	El Cerrito	0
19004	Apodaca	0.3
19038	Las Comitas	0.2
19031	La Cruz	0
19002	Agua Blanca	0.3
19065	Santiago	0.3
19026	Icamole	0.2

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de Normales Climatológicas, SMN.

Memoria de cálculo

Para la interpolación se utilizó la herramienta geoestadística IDW, que interpola una superficie de ráster a partir de puntos utilizando una técnica de distancia de inversa ponderada. Este se limita al rango de valores utilizados para la interpolación, y el promedio no es mayor que la entrada máxima o inferior que la entrada mínima. CENAPRED establece un índice de peligro por tormentas de granizo (IPTG) el cual fue elaborado con base en el mapa de número de días con granizo del mapa del Nuevo Atlas Nacional de México (Vidal, y otros, 2007) donde se manejan los siguientes intervalos.

Tabla HDR-E-03. Número de días con granizo

+5
2-5
1-2
0-1
Sin granizo

Fuente: CENAPRED, 2012

A los valores anteriores se les asigno un valor, calculado a partir de las diferencias de los límites superiores de los intervalos de los números de días con granizo, además se calculó el índice a partir de cada valor dividido entre el dato más alto, obteniendo la siguiente tabla.

Tabla HDR-E-04. Índice de peligro por granizadas

Sin granizo	0		Muy bajo
0-1	0.5	0.67	Bajo
1-2	1.5	0.20	Medio
2-5	3.5	0.07	Alto
+5	7.5		Muy alto

Fuente: CENAPRED, 2012.

Con este índice se reclasificó el mapa de días con granizo al año para obtener el IPTG para el municipio.

Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de las estaciones meteorológicas, todo el municipio de Monterrey se encuentra en un intervalo de días 0.004 a 0.19 días, es decir que se reconoce con peligro Bajo, a pesar de tener pocos días con granizo, este fenómeno si se presenta, pero en lapsos de tiempo amplios, y apoyándonos de las referencias históricas, cuando se presenta el fenómeno puede dejar severos daños.

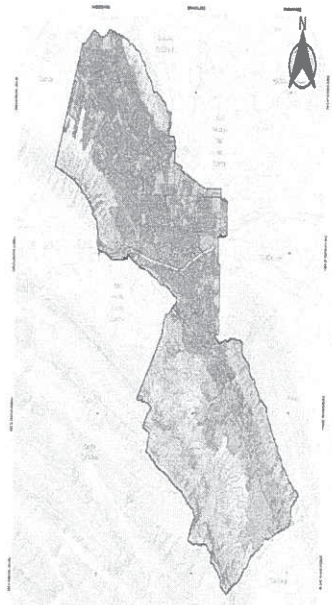
MTY AQUÍ SE RESUELVE

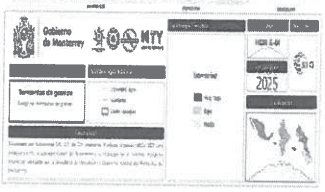
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





13.5. Tormentas eléctricas

Introducción

Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad, que se manifiestan en un resplandor breve (rayo), además de un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas y suelen acompañarse de precipitación en forma de chubasco de lluvia, hielo e, incluso de nieves. El tiempo de duración de las tormentas eléctricas va de una a dos horas, son locales y por lo general se reducen a unas decenas de kilómetros cuadrados (CENAPRED, 2012).

Este fenómeno es peligroso, ya que puede causar incendios, heridos e incluso algunas muertes, así como dañar infraestructuras de la población, provocar muerte del ganado y hasta generar accidentes aéreos.

En México ocurren 30 días con tormentas en promedio anual y el máximo es de 100 días, con mayor frecuencia en verano y un 10% en otoño e invierno, principalmente sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal.

Antecedentes

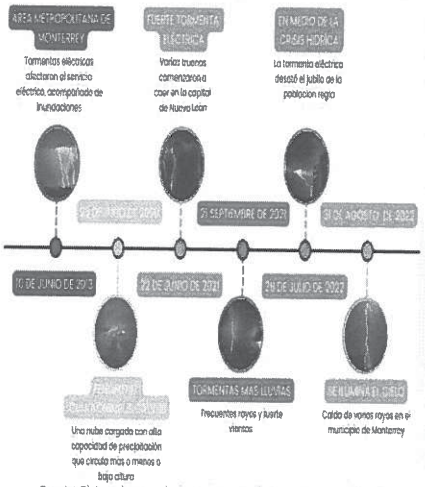
En la siguiente línea del tiempo elaborada a partir de fuentes hemerográficas, se proporciona un panorama general acerca de la frecuencia con la que este fenómeno se hace presente en el municipio de Monterrey.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Imagen HDR-F-01. Línea del tiempo de importantes tormentas eléctricas en Monterrey



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG a partir de notas periodísticas.

Metodología

Conforme a los datos de las Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional, en el municipio de Monterrey la presencia de tormentas eléctricas es muy baja, tan solo de un día de tormenta eléctrica al año. Es preciso señalar que este dato se presenta solo en algunas zonas del municipio y no en todo el territorio, por lo que existirán zonas donde el número de tormentas será menor que en otras. La siguiente tabla muestra el número de días con presencia de tormentas eléctricas por mes en el periodo de 1951 a 2010 de once estaciones meteorológicas ubicadas dentro del municipio de Monterrey.

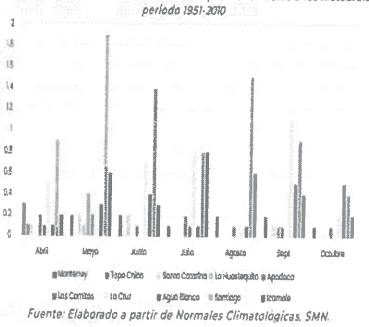
Tabla HDR-F-01. Días con tormentas eléctricas de estaciones meteorológicas periodo 1951-2010

19049	Monterrey	0.0	0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0	0
19061	Topo Chico	0.0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
19058	Santa Catarina	0.0	0	0.1	0.2	0.2	0	0	0.1	0	0	0
19096	La Huasteca	0.0	0	0	0.1	0	0	0	0.1	0	0	0
19015	El Cerrito	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19004	Apodaca	0.0	0	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0
19038	Las Comitas	0.0	0	0.1	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0
19031	La Cruz	0.0	0.3	0.5	0.1	0.7	0.8	0.1	1.1	0.2	0	0
19002	Agua Blanca	0.0	0.2	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.5	0.5	0.1	0
19065	Santiago	0.0	0.1	0.9	1.9	1.4	0.6	1.5	0.9	0.4	0	0
19026	Icamole	0.0	0.1	0.2	0.6	0.3	0.8	0.6	0.4	0.2	0	0

Fuente: Elaborado a partir de Normales Climatológicas, SMN.

Con los datos anteriores se elaboró una gráfica donde se representa visualmente los meses con mayores días de tormentas eléctricas y las estaciones con mayores registros de estos eventos.

Gráfica HDR-F-01. Días con tormentas eléctricas por mes de estaciones meteorológicas periodo 1951-2010



Fuente: Elaborado a partir de Normales Climatológicas, SMN.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

En el grafico anterior se puede observar que estos fenómenos meteorológicos no se presentan a lo largo de todo el año, solo en los meses de abril a octubre, el resto de los meses no presentan datos de este fenómeno. Dentro de los meses en los que con mayor frecuencia se presenta el fenómeno corresponde de abril a junio, que son meses de temporada de lluvias.

Para obtener el mapa de distribución espacial de las tormentas electricas se obtuvieron los registros de datos climatológicos de varias décadas, del número de días con tormentas eléctricas mensuales de cada una de las estaciones meteorológicas de la zona de estudio. Con estos datos se trazaron isolíneas con los valores obtenidos, el procedimiento se realizó a través de una interpolación de datos utilizando sistemas de información geográfica.

Descargas Nube-Tierra

Para conocer las descargas nube-tierra se obtuvieron datos de imágenes satelitales disponibles en la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para obtener el mapa de frecuencia de tormentas eléctricas en el municipio de Monterrey, se realizó una interpolación mediante un sistema de información geográfica de los datos de días con tormentas eléctricas de las estaciones meteorológicas del SMN, los cuales tienen un periodo de datos de aproximadamente 30 años (existen algunos registros de 1951 a 2010). Se localizaron las estaciones ubicadas dentro del municipio y aquellas que por su cercanía tuvieran influencia sobre las condiciones del territorio.

Tabla HDR-F-02. Estaciones meteorológicas con datos anuales de tormentas eléctricas en el periodo 1951-2010

19049	Monterrey	7.3
19051	Topo Chico	0.1
19058	Santa Catarina	0.7
19096	La Huasteca	0.2
19015	El Cerrito	0
19004	Apodaca	1.2
19038	Las Comitas	0.4
19031	La Cruz	3.9
19002	Agua Blanca	2.2
19045	Santiago	7.9
19026	Icamole	3.2

Fuente: Normales Climatológicas. SMN.

Memoria de cálculo

El método geoestadístico utilizado fue el de distancia inversa ponderada (IDW por sus siglas en ingles) el cual estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento. Cuanto más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando o ponderando, más influencia o peso tendrá en el proceso de cálculo del promedio.

La ponderación es asignada a los puntos de muestreo mediante la utilización de un coeficiente de ponderación que controla cómo la influencia de la ponderación decae mientras la distancia hacia el punto nuevo se incrementa. Mientras más grande sea el coeficiente de ponderación menor será el efecto que los puntos tendrán si están lejos del punto desconocido durante el proceso de interpolación. Conforme el coeficiente se incrementa, el valor de los puntos desconocidos se aproxima al valor del punto de observación más cercano.

Como resultado de la interpolación anterior se obtuvo el mapa de frecuencias de tormentas eléctricas, el cual fue reclasificado utilizando los criterios propuestos por CENAPRED en el Atlas Nacional de Riesgos, donde se considera que las zonas con 0 días de tormentas presentan un nivel muy bajo de peligro; de 1 a 9 días con nivel bajo, 10 a 19 medio, 20 a 29 alto y más de 30 días con tormentas eléctricas es considerado de muy alto peligro.

Para determinar la cantidad de descargas eléctricas nube a tierra, se consultaron 11 imágenes satelitales de la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) dependiente del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. Dichas imágenes muestran promedios mensuales y anuales de descargas eléctricas nube a tierra para el periodo 2006-2016 en la República Mexicana.

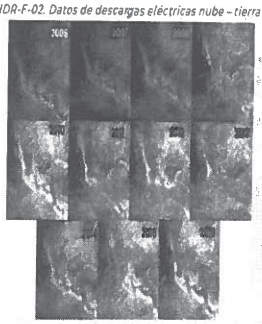
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen HDR-F-02. Datos de descargas eléctricas nube – tierra 2006-2016.



Fuente: Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, UNAM.

Una vez conseguidas las imágenes disponibles de promedios anuales, se calculó el promedio de ese lapso con la herramienta Ráster Calculador (incluida en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS 10.7) la cual permite crear y ejecutar una expresión de álgebra de mapas o imágenes que como producto arroja una nueva imagen con el resultado de la ecuación.

Con la imagen obtenida (promedio 2006 -2016) se obtuvieron los valores de cada pixel para posteriormente interpolarlos en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para alcanzar un mayor detalle en la región donde se localiza el municipio de Monterrey. El método para realizar la interpolación fue el de distancia inversa ponderada IDW. Una vez obtenidos los resultados se reclasificó la imagen mediante cortes naturales para establecer valores más representativos.

Resultados

Para el índice de peligro por tormentas eléctricas se puede observar que en la zona norte y parte de la zona sureste se encuentra con un nivel de peligro Muy Bajo, debido a que el rango de día de lluvia va de 0 a 0.9. Mientras que, en la zona central del municipio, se encuentra en un intervalo de 1 a 1.8 días, presentando un nivel Bajo de peligro.

En el mapa obtenido de descargas promedio de nube – tierra 2006 - 2016 se pueden apreciar valores entre descargas de 0.07 a 0.14 por kilómetro cuadrado. El número de mayores descargas se concentra en la parte centro y sureste del municipio y en menor cantidad en el noroeste.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

13.6. Sequías

Introducción

La sequía se define como la ausencia de lluvias durante un periodo de tiempo prolongado, en uno o varios años. La ausencia de lluvia da lugar a un suministro insuficiente de agua para las plantas, animales y seres humanos. A lo largo del tiempo, la falta de agua ha sido un factor determinante para el desarrollo de los seres humanos, en algunos lugares ha originado la migración de comunidades casi en su totalidad. Las sequías tienen un impacto en las actividades agrícolas y ganaderas que han provocado la muerte de numerosas cabezas de ganado. Se ha comprobado históricamente que es el fenómeno meteorológico que tiene una afectación económica de gran impacto.

La magnitud, duración y severidad de una sequía se pueden considerar como relativos, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas. es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la sequía y su presencia son discutibles desde un punto de vista de sus efectos. (CENAPRED. 2016).

Existen diferentes clasificaciones para la sequía ya que es un fenómeno complejo, debido a la particularidad del clima y el medio ambiente.

La relatividad de la sequía depende del enfoque a partir del cual se estudie y se midan sus efectos. Pueden distinguirse en una primera aproximación, los tipos de sequía que a continuación se describen:

Meteorológica. – Es la forma en la que se expresa la desviación de las lluvias con respecto a las que se consideran normales en un periodo determinado. Esta medición es dependiente del lugar considerado y presumiblemente está basada en el saber que posea sobre la climatología de la zona analizada.

Hidrológica. – Se caracteriza por una disminución en el caudal o volumen en los niveles de presas, lagos, ríos y lagunas. La reducción de lluvia es la que ocasiona la disminución de los escurrimientos, provocando ese descenso del nivel y volumen en dichos cuerpos receptores. Este tipo de sequía por su temporalidad causa daños severos a la población, debido a que su recuperación tiende a ser a largo plazo afectando a los sectores social y económico.

Agrícola. – Es aquella que se puede identificar con la inexistencia de la humedad en los terrenos de cultivo en una temporada determinada. Este tipo de sequía está asociada a la meteorológica.

Actualmente México cuenta con un Monitor de Sequía que forma parte del Monitor de sequía de América del Norte (NADM, por sus siglas en ingles), el cual, se basa principalmente en la cantidad de lluvia precipitada y clasifica a la sequía en cinco tipos:

Anormalmente seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio y final de un periodo de sequía. Al inicio de un periodo de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del periodo de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.

Sequía Moderada (D1): Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.

Sequía severa (D2): Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

Sequía Extrema (D3): Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.

Sequía Excepcional (D4): Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

En temas de salud, según la organización mundial de la salud en conjunto con las Naciones Unidas, la sequía afecta alrededor de 55 millones de personas a nivel mundial, siendo uno de los fenómenos más mortíferos en las últimas décadas. Este fenómeno afecta principalmente a niños, personas de la tercera edad, mujeres embarazadas, personas con problemas crónicos, población con estatus socioeconómico bajo, personas que laboran en el exterior. También puede ocasionar reducción en la producción y estabilidad de alimentos, incrementando el riesgo en la alimentación.

Antecedentes

Monterrey es una de las ciudades más importantes de México por su productividad laboral, estabilidad de mercado, infraestructura y conectividad, por lo tanto, ha tenido un crecimiento poblacional importante y con ello un aumento en el consumo de agua.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Actualmente Monterrey atraviesa por una sequía que ha permanecido a lo largo de seis años, derivada del incremento de las altas temperaturas y la disminución de precipitaciones.

En febrero del 2022 se emitió una declaratoria de emergencia para el Estado de Nuevo León por "sequía extrema" ya que las fuentes de abastecimiento se encontraban en bajos niveles y sumado a esto las escasas lluvias.

Derivado del análisis realizado por La comisión Nacional del Agua y Servicios del Agua y Drenaje de Monterrey se emitió la siguiente Declaratoria de emergencia que señalo que:

La presa Cerro Prieto estaba al 9.88%, La presa de la Boca con un 25.28% y la Presa Cuchillo con 53.98% de su capacidad de almacenamiento.

El monitor de Sequía de México reporto los eventos que a continuación se presentan en la grafica del año 2005 al mes de marzo del 2023.

Tabla HDR-G-01 Resultados del Monitor de sequía

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2005	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	N/D	N/D	N/D
2006	D0	D0	D0	D0	N/D	D1	D1	D1	N/D	N/D	N/D	N/D
2007	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	D0
2008	N/D	D0	D1	D1	D1	D1	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2009	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	D0	D0	D0	N/D	N/D
2010	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2011	N/D	N/D	D2				D2					
2012	D2	D2	D2	D2	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	N/D	N/D	D0
2013	D0	D0	N/D	D0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2014	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	D0	D1	D1	D1	N/D	N/D	N/D
2015	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	D1	D1	D1	D1
2016	D1	D0	D1	D0	D0	D0	D0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2017	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	D1	D1	D1	N/D	N/D	N/D
2018	N/D	N/D	D0	D0	N/D	D0	D0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2019	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	D0	D0	N/D	N/D	N/D	D0
2020	D0	D0	D1	D0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	D0	D0	D2
2021	D2	D1	D2	D1	D2	D2	N/D	N/D	N/D	D0	D0	D0
2022	N/D	D0	D1	D1	D1	D1	D0	D0	N/D	N/D	N/D	D1
2023	D1	D1	D1	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

Fuente. Monitor de Sequía de CONAGUA.

Se puede observar que en el año 2011 del mes de mayo a agosto se registró una sequía severa, que continuo hasta abril del 2012. De igual forma, en mayo de 2014 se presentó una sequía moderada de mayo a septiembre.

En el año 2016 se registró otro evento de sequía moderada a severa de enero a julio. En el año 2020 se presentó una sequía que afecto a el Estado de Nuevo león y gran parte de Norte del país y hasta marzo del 2023 se mantiene de anormalmente seco a moderada.

Metodología

El desarrollo metodológico del fenómeno involucra el análisis del índice Estandarizado de Precipitación (SPI por sus siglas en ingles), que considera el déficit de precipitaciones para una gran diversidad de escalas de tiempo. Se utiliza como insumo para vigilar la sequía porque nos permite observar la relación del déficit de la precipitación con los diferentes impactos en las aguas subterráneas, almacenamiento de agua en los reservorios, humedad de suelo.

El índice estandarizado de precipitación (SPI por sus siglas en inglés; McKee, 1993) es el número de desviaciones estándar que la precipitación acumulada se desvía del promedio climatológico. Esto significa que valores por debajo de un valor -1 representan condiciones de déficit sustanciales, mientras que valores mayores que +1 indican condiciones más húmedas de lo normal.

Memoria de Calculo

Se analizaron datos de Índice estandarizado de precipitación obtenidos de Climate Hazards Group InfreaRed Precipitation con la estación CHIRPS. Donde la grafica muestra valores del índice estandarizado de precipitación para Monterrey con datos de 1982 hasta 2022 donde podemos observar que se han presentado sequías moderadas a severas en los años 1995 con valores de -1.931, 1998 con -1.865, -1.57 para 2011, en 2014 se observan datos de que comienzan de -0.87 y para 2015 disminuyen a -1.323, 2017 con -1.414. Si observamos estos datos de SPI corresponden a las fechas reportadas por el Monitor de Sequía de México y eventos históricos documentados de presencia de sequías en Monterrey.

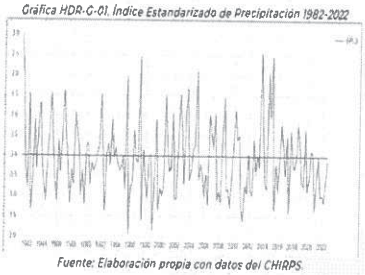
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gráfica HDR-G-01. Índice Estandarizado de Precipitación 1982-2022

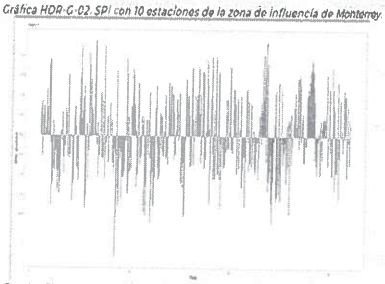


Fuente: Elaboración propia con datos del CHIRPS.

Otro análisis respecto a el índice estandarizado de precipitación se realizó utilizando 10 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), y posteriormente se obtuvo el SPI, utilizando el software R-Estudio, donde se analizaron datos desde 1988 hasta 2018, debido a que hasta esa fecha se tienen datos completos para un análisis de 30 años, obteniendo lo siguiente:

Se destaca la duración e intensidad de la sequía. En los años de 1995 al 2000 se observa una disminución de la precipitación que va de -2 a -3 dando indicativo de una sequía de moderada a severa que continua para 2012 y hasta 2016, disminuyendo un poco en 2018.

Gráfica HDR-G-02. SPI con 10 estaciones de la zona de influencia de Monterrey.



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional

Un insumo importante para el análisis de sequías, es la salud de la vegetación o Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en ingles), nos permite entender e identificar cambios en la vegetación en un período de tiempo determinado. Para este indicador se utilizaron imágenes satelitales Landsat para observar la variación estacional en las superficies con vegetación.

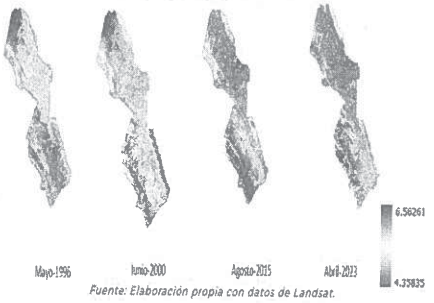
El NDVI mediante análisis de series de tiempo, permite monitorear la vegetación, es decir detectar los cambios en la cobertura y uso de suelo, estado de los cultivos agrícolas, caracterización de la fenología de la vegetación y seguimiento de la sequía

Los datos analizados se obtuvieron de las misiones de Landsat 7 y 8, donde con fechas pertenecientes a los periodos donde se han presentado sequías, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el mes de mayo del año 1996 podemos observar que en las zonas de montañas indican vegetación seca, al igual que para junio del año 2000, donde las áreas con vegetación seca aumentan. Para el año 2015 durante el mes de agosto se presentan zonas con vegetación saludable, esta imagen se utilizó como comparativa, ya que durante ese año hubo presencia de precipitaciones.

A partir del año 2020 en gran parte del Norte de México se presentaron sequías que persisten en algunas zonas, tal es el caso de Monterrey. Este fenómeno comenzó en 2020 y ha disminuido lentamente, por lo cual hasta el mes de abril se observa que en las zonas de Montaña la vegetación está teniendo una afectación.

Imagen HDR-G-01. NDVI 1996, 2000, 2015, 2023



Fuente: Elaboración propia con datos de Landsat.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Es importante analizar los eventos meteorológicos que afectan o dan paso a la generación de una sequía, tal es el caso del fenómeno del Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que se divide en dos fases.

Niño que se define como un calentamiento anómalo en el océano pacífico, que este impacta en el clima de México, generando precipitaciones en invierno y escasez de lluvia en verano. Y la Niña es un enfriamiento anómalo en el Pacífico, lo que genera cambios en el movimiento de las masas de aire, lo cual favorece a la formación de altas lluvias en algunas áreas y sequías extremas en otras.

Para el año 2021 y 2022 se presentó el fenómeno de la niña, se presentó tres veces de manera consecutiva, lo que afecto por que afecta por que las condiciones de sequía se vuelven extremas y se incrementan los problemas relacionados con el recurso hídrico.

En la siguiente tabla se pueden observar datos del índice de ONI calculado por Climate Prediction Center de la NOAA, en valores negativos en color azul, la presencia de la niña y la intensidad que tuvo a de 2020 a 2023.

Imagen HDR-G-02. Temperaturas por trimestre 2020-2023

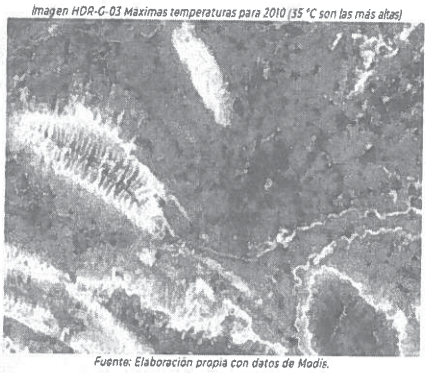
Year	DJF	JFM	FNA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
2021	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-1.0	-1.0
2022	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8
2023	-0.7	-0.4	-0.2									

Fuente: Climate Prediction Center de la NOAA

Con esta información se realizó una comparativa de las temperaturas para los años 2010 y 2020 y 2023.

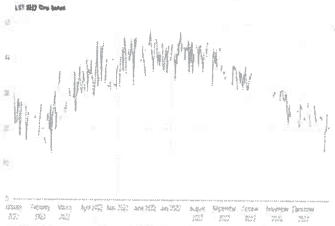
La siguiente imagen que muestra las series de tiempo de la temperatura superficial de Landsat 8 de 2020 a 2023, donde se presentan temperaturas de superficie que van de los 41.2 a 53.2 ° C.

Imagen HDR-G-03 Maximas temperaturas para 2010 (35 °C son las más altas)



Fuente: Elaboración propia con datos de Modis.

Grafica HDR-G-03. Temperatura de superficie para el año 2022



Fuente: Elaboración propia con datos de Modis.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

187

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

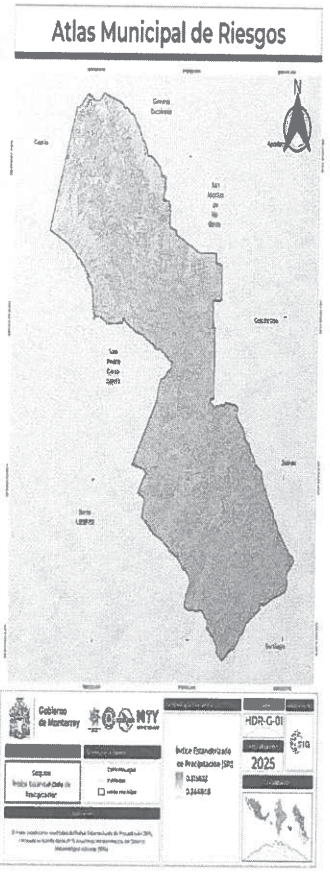
Resultados

La sequía regularmente afecta a las zonas de cultivo, pero no es el caso de Monterrey aquí afecta principalmente a la población ya que es uno de los municipios más poblados de México. Como consecuencia de la falta de lluvias las temperaturas se han elevado hasta los 40°C y las reservas de las presas llegan a el 5% de su capacidad.

A principios del 2023 se presentó en el país una sequía que generó un gran impacto, asociada a la presencia del fenómeno de la niña, el cual se prolongó en 3 periodos, algo que no suele ser muy común. Es por ello por lo que se denominó a Nuevo León y la zona metropolitana de Monterrey con sequía extrema, ya que disminuyeron las precipitaciones haciéndose casi nulas.

Es por ello por lo que este tipo de fenómenos debe estar en constante monitoreo para prevenir el desabasto de agua. Algunas recomendaciones son:

- Mantenimiento a los depósitos o contenedores de agua.
- Control en el consumo de agua de la población y las industrias.
- Monitoreo de los fenómenos meteorológicos (Niño y Niña).



188

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

13.7. Ondas cálidas

Introducción

Hoy en día existen varias definiciones de ondas de calor tanto a nivel internacional como nacional, donde los umbrales de temperatura establecidos, así como la duración de cada evento varían de acuerdo con las condiciones geográficas de cada lugar.

Según la Organización Meteorológica Mundial, una ola de calor es un calentamiento importante del aire, o invasión de aire muy cálido, sobre una zona extensa que suele durar unos días e incluso, semanas.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres una onda de calor se define como el periodo de más de tres días consecutivos con temperaturas por arriba del promedio tanto para temperaturas máximas como para mínimas.

Asimismo, Herrera-Alanís (2012) señala que una onda de calor se presenta cuando la temperatura máxima y mínima sobrepasa el percentil 90 en al menos dos días consecutivos. Las temperaturas máximas que se presentan durante una onda de calor podrían generar un escenario crítico y dar lugar a una mayor incidencia de casos como el golpe de calor, agotamiento, síncope, calambres, enfermedades gastrointestinales, deshidratación, etc. las cuales incrementan la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebés, ancianos y personas en situación de alta marginación; adicionalmente pueden causar la desecación de la vegetación lo que provoca incendios forestales

Metodología

El análisis de ondas de calor se realizó utilizando el criterio establecido por Herrera-Alanís (2012), el cual establece que una onda de calor ocurre cuando la temperatura máxima y mínima en un sitio sobrepasa el percentil 90 en al menos 2 días consecutivos.

Los datos se obtuvieron de una serie de estaciones climatológicas pertenecientes a la Red Nacional de CONAGUA, dichas estaciones se eligieron en función de su ubicación respecto al municipio de Monterrey y la longitud de su data. A continuación, se muestra el nombre de las estaciones y su coordenada.

Tabla HDR-H-01. Estaciones meteorológicas utilizadas

19004	25.793611	-100.197222
19015	25.51	-100.193333
19018	25.4897222	-100.389889
19033	25.346111	-100.26
19052	25.233611	-100.304722
19069	25.429444	-100.128889
19086	25.586111	-100.455
19026	25.341111	-100.686944
19134	25.959167	-100.292778
19185	25.800556	-100.275556
19200	25.536389	-100.175167

Fuente. Datos climáticos del SMN

Imagen HDR-H-01. Estaciones meteorológicas utilizadas de acuerdo con los años de datos efectivos



Fuente. Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN a través de su plataforma web del CICESE (http://clicom-mex.cicese.mx).

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

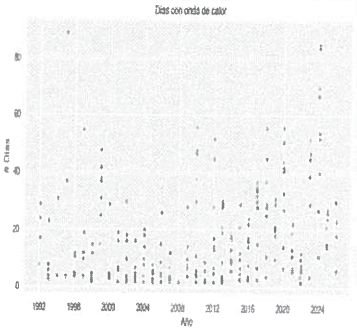
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Memoria de Cálculo

Se identificó el percentil 90 para cada una de las estaciones y se corroboró que la condición establecida se cumpliera en 2 o más días consecutivos para contabilizar una onda de calor. Una vez identificadas las ondas de calor por año, se analizó la duración de las ondas de calor, el número de días al año con onda de calor y la temperatura máxima en cada ola.

En la siguiente figura se muestra el número de días al año con onda de calor para cada una de las estaciones, se observa un aumento en el número de días durante los últimos 10 años.

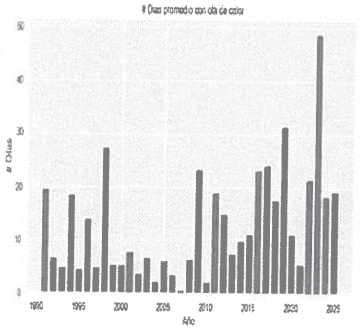
Gráfica HDR-H-01 Días con ondas de calor por año



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

Para realizar un análisis más detallado del aumento del número de días con onda de calor, se calculó el promedio de estos por año, en la gráfica siguiente se observa con más claridad la tendencia al alza. Esto es un claro indicativo del aumento en el número de ondas de calor al año o de su duración

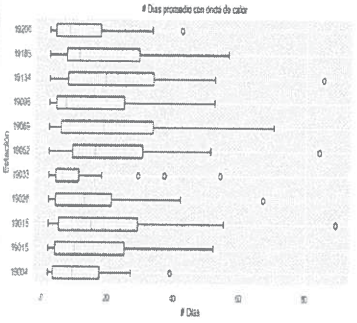
Gráfica HDR-H-02 Días con olas de calor por año



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

El análisis de cada una de las estaciones por separado, mostro que de forma general la media en todas las estaciones es menor a los 30 °C, además de que en ningún caso el tercer cuartil supera los 40 días, salvo la estación 2075.

Grafica HDR-H-03 Días promedio con olas de calor por estación



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

MTY AQUÍ SE RESUELVE

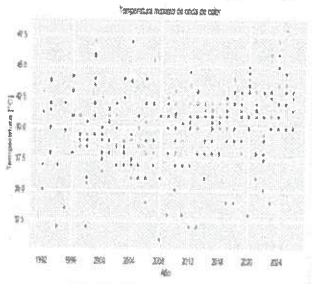
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

En el caso de la temperatura no se observa una clara tendencia al alza, lo cual nos da un indicativo de que si bien el número/duración de ondas de calor ha ido en aumento, la temperatura máxima de estas se ha mantenido estable.

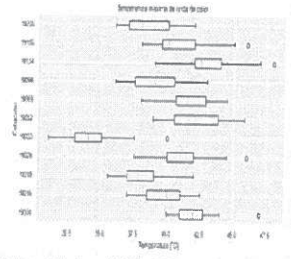
Gráfica HDR-H-04 Temperatura máxima de las ondas de calor



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

Al realizar el análisis por estación se observó que la temperatura, a diferencia de los valores anteriormente analizados, si presenta importantes variaciones en función del sitio. Teniendo lugares que no superan los 40°C como la estación 2023 y sitios donde el 75% de las ondas de calor superan los 45°C, (estaciones 2058 y 2059).

Gráfica HDR-H-05 Temperatura máxima de las ondas de calor por estación



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

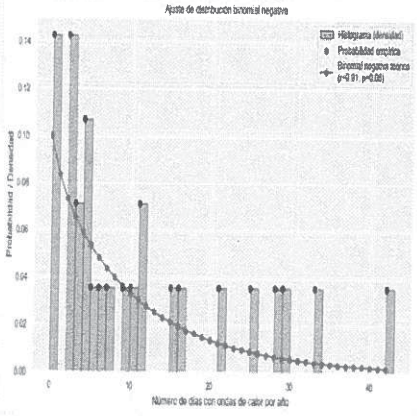
El análisis de la probabilidad de excedencia de un fenómeno requiere ajustar los datos observados a una distribución de probabilidad, en el caso de las ondas cálidas, se modeló el número de días al año en que se presenta este fenómeno.

Al tratarse de un valor finito, se optó por distribuciones de probabilidad discreta como Poisson, sin embargo, el análisis descriptivo de los datos mostró que la data es sobre dispersa, es decir que su media es menor a la varianza, por lo que se optó por utilizar la distribución binomial negativa. La ecuación se muestra a continuación.

$$f(x) = \left(\frac{(r+x-1)!}{x!(r-1)!}\right) p^r (1-p)^x$$

En la figura siguiente se muestra el histograma de probabilidad de la estación 19200 y la función de probabilidad ajustada para dicha estación. Este proceso se realizó con las 10 estaciones meteorológicas usadas en el análisis. El ajuste a la función de probabilidad en cada una de las estaciones permitió obtener el número de días con onda de calor en un año, esto para cada uno de los periodos de retorno requeridos.

Gráfica HDR-H-06 Probabilidad de ocurrencia de ondas de calor



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

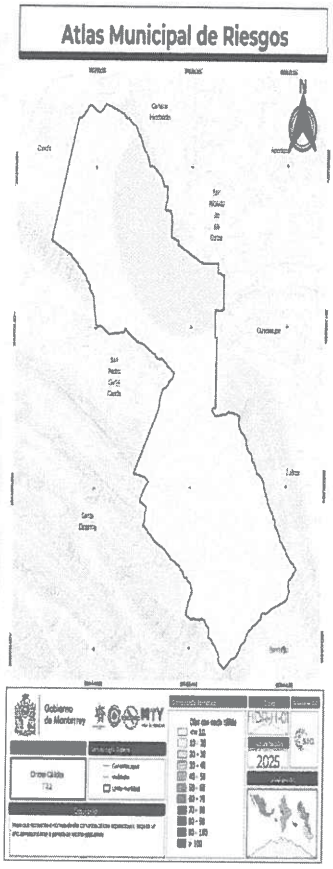
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

En la tabla siguiente se muestra el número de días al año en los que se espera tener onda cálida, esto para cada uno de los periodos de retorno requerido y de acuerdo con el ajuste probabilístico que se realizó para cada una de las estaciones.

Tabla HDR-H-02. Probabilidad de días con onda de calor por estación

19004	6	15	23	33	41	48	56	66
19015	7	19	28	41	51	61	72	85
19016	5	23	39	62	81	101	122	147
19036	5	18	30	46	59	72	86	104
19033	2	12	21	36	45	56	67	83
19052	14	32	44	60	72	84	96	112
19069	13	31	43	61	73	86	99	116
19096	5	17	28	42	54	65	77	93
19134	8	26	40	60	75	90	106	127
19185	8	23	34	50	62	74	87	103
19200	7	17	25	36	44	52	61	71

Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

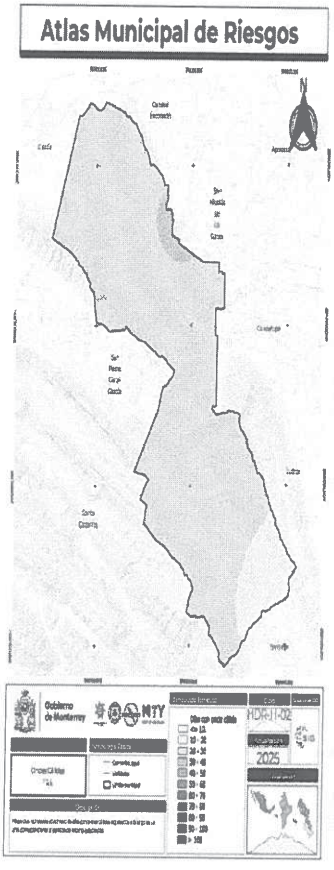


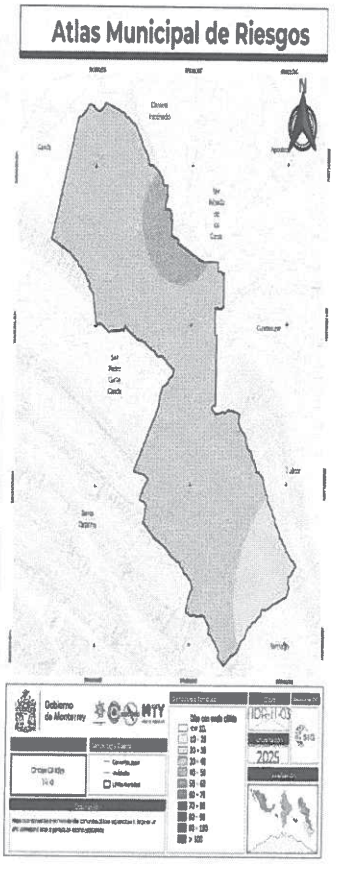
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG





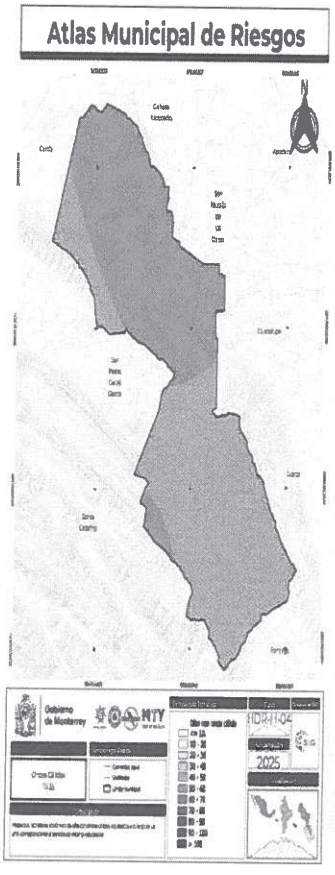
MTY AQUÍ SE RESUELVE

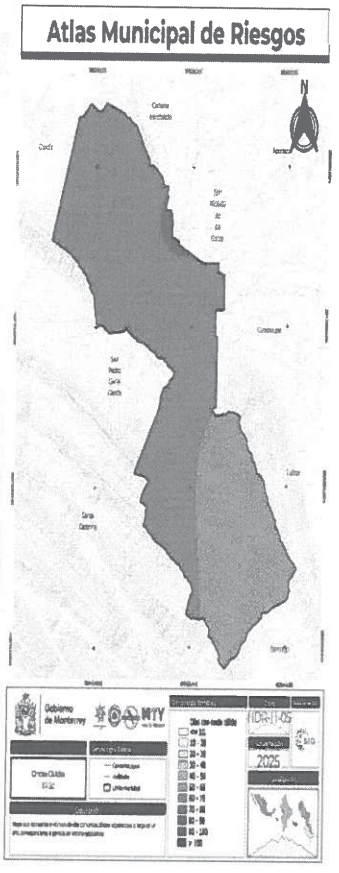
193

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





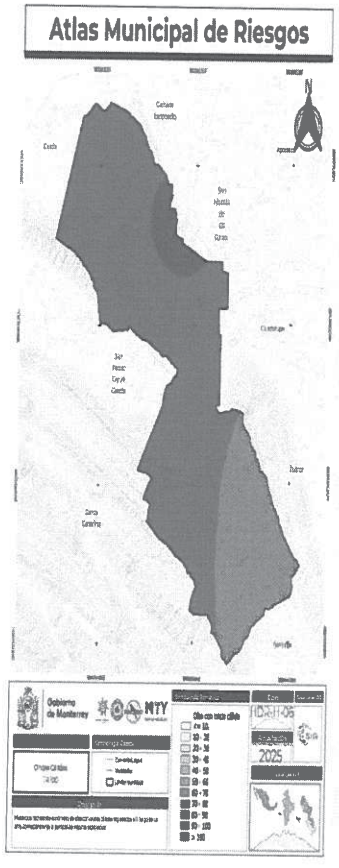
194

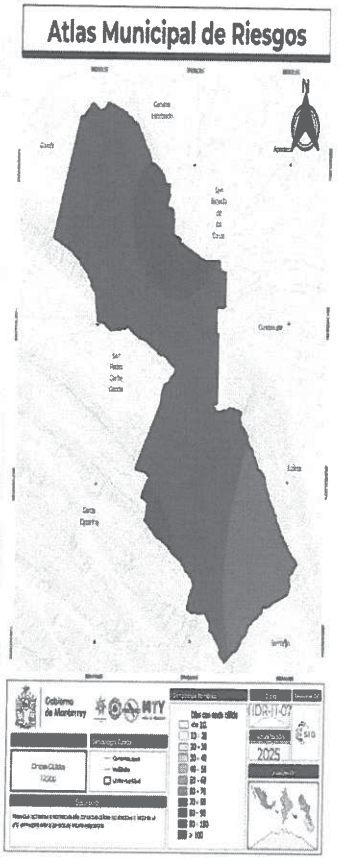
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



13.8. Ondas gélidas

Introducción

Una onda gélida se define de forma general, como un descenso de las temperaturas mínimas durante un cierto periodo de tiempo. De igual forma que las olas de calor, las ondas de frío o gélidas pueden determinarse a partir de distintos umbrales establecidos de acuerdo con las condiciones geográficas imperantes en la región de estudio.

La OMM (Organización Meteorológica Mundial) define estos fenómenos como un enfriamiento importante del aire, o invasión de aire muy frío sobre una zona extensa". A diferencia de las ondas cálidas, donde se contabiliza una "onda" a partir de 2 días, las ondas gélidas se contabilizan a partir de los 3 días (Rodríguez, 2014), esto debido a que los efectos negativos del frío suelen requerir exposición prolongada para manifestarse.

La importancia del estudio de las ondas gélidas radica en su estrecha relación con la salud humana, productividad agrícola y dinámicas socioeconómicas. A diferencia de las ondas de calor, cuyos efectos a la salud se ven reflejados inmediatamente, las ondas gélidas no causan decesos inmediatos, pero aumentan el índice de problemas respiratorios que pueden desembocar en el fallecimiento de los enfermos días después de finalizada la ola de frío. (Sánchez, 2015)

Metodología

El análisis de ondas de calor se realizó utilizando el criterio establecido por Herrera-Alanís (2012), el cual establece que una onda de calor ocurre cuando la temperatura máxima y mínima en un sitio sobrepasa el percentil 90 en al menos 2 días consecutivos.

Los datos se obtuvieron de una serie de estaciones climatológicas pertenecientes a la Red Nacional de CONAGUA, dichas estaciones se eligieron en función de su ubicación respecto al municipio de Monterrey y la longitud de su data. A continuación, se muestra el nombre de las estaciones y su coordenada.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

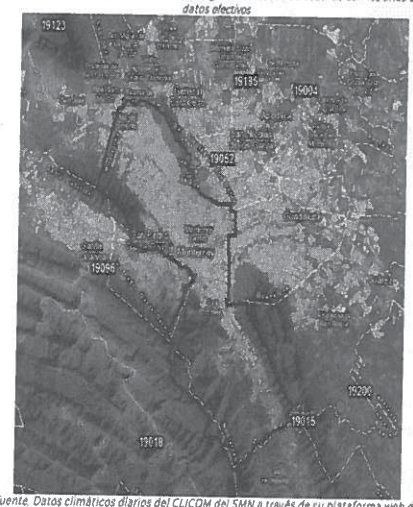
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla HDR-I-01. Estaciones meteorológicas utilizadas

19004	25.7933611	-100.197222
19015	25.51	-100.193333
19018	25.4897222	-100.388889
19033	25.346111	-100.28
19052	25.733611	-100.304722
19069	25.429444	-100.129689
19096	25.636111	-100.455
19026	25.941111	-100.686944
19134	25.9591667	-100.292778
19185	25.8005556	-100.275556
19200	25.536389	-100.119167

Fuente. Datos climáticos del SMN

Imagen HDR-I-01. Estaciones meteorológicas utilizadas de acuerdo con los años de datos efectivos



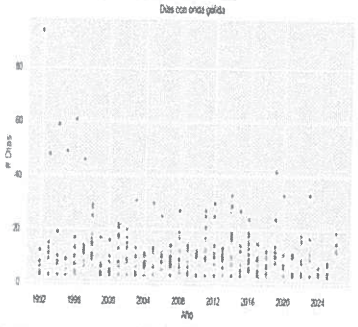
Fuente. Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN a través de su plataforma web del CICESE (http://clicom-mex.cicese.mx).

Memoria de Cálculo

Se identificó el percentil 10 para cada una de las estaciones y se corroboró que la condición establecida se cumpliera en 3 o más días consecutivos para contabilizar una onda gélida. Una vez identificadas las ondas gélidas por año, se analizó la duración de estos fenómenos, el número de días al año con onda de calor y la temperatura máxima en cada ola.

En la siguiente figura se muestra el número de días al año con onda gélida para cada una de las estaciones

Gráfica HDR-H-01 Días con ondas gelidas por año



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

Para realizar un análisis más detallado del aumento del número de días con onda de calor, se calculó el promedio de estos por año, en la gráfica siguiente se observa con más claridad la tendencia al alza. Esto es un claro indicativo del aumento en el número de ondas de calor al año o de su duración

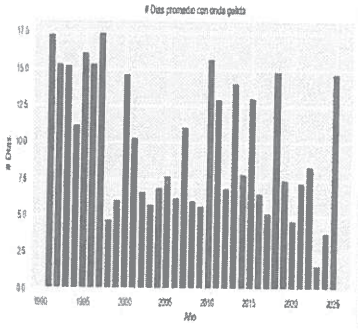
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

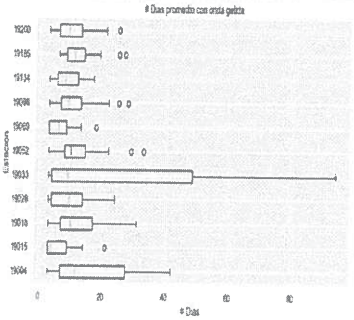
Gráfica HDR-I-02 Días con ondas gélidas por año



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

El análisis de cada una de las estaciones por separado mostró que de forma general la duración de las ondas gélidas no supera los 40 días, con algunas excepciones, siendo la más notable la estación 2075, donde la media es incluso superior a 40 días.

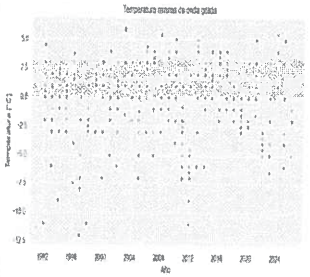
Gráfica HDR-I-03 Días promedio con ondas gélidas por estación



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

En el caso de la temperatura no se observa una clara tendencia al alza, lo cual nos da un indicativo de que si bien el número/duración de ondas gélidas ha ido en aumento, la temperatura mínima de estas se ha mantenido estable.

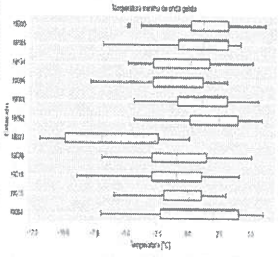
Gráfica HDR-I-04 Temperatura mínima de las ondas de calor



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

Al realizar el análisis por estación se observó que la temperatura, a diferencia de los valores anteriormente analizados, sí presenta importantes variaciones en función del sitio. Teniendo lugares donde la temperatura no es menor a 0 °C y sitios donde la media de la temperatura es menor a 0 °C (Estaciones 2110 y 2059).

Gráfica HDR-I-05 Temperatura máxima de las ondas de calor por estación



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

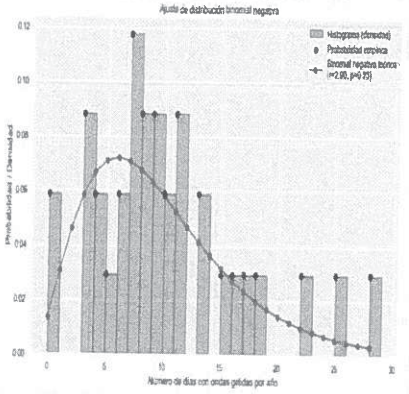
El análisis de la probabilidad de excedencia de un fenómeno requiere ajustar los datos observados a una distribución de probabilidad, en el caso de las ondas cálidas, se modeló el número de días al año en que se presenta este fenómeno.

Al tratarse de un valor finito, se optó por distribuciones de probabilidad discreta como Poisson, sin embargo, el análisis descriptivo de los datos mostró que la data es sobre dispersa, es decir que su media es menor a la varianza, por lo que se optó por utilizar la distribución binomial negativa. La ecuación se muestra a continuación.

$$f(x) = \left(\frac{(r+x-1)!}{x!(r-1)!}\right) p^r (1-p)^x$$

En la figura siguiente se muestra el histograma de probabilidad de la estación 19200 y la función de probabilidad ajustada para dicha estación. Este proceso se realizó con las 10 estaciones meteorológicas usadas en el análisis. El ajuste a la función de probabilidad en cada una de las estaciones permitió obtener el número de días con onda de calor en un año, esto para cada uno de los periodos de retorno requeridos.

Gráfica HDR-1-06 Probabilidad de ocurrencia de ondas gélidas



Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

En la tabla siguiente se muestra el número de días al año en los que se espera tener onda cálida, esto para cada uno de los periodos de retorno requerido y de acuerdo con el ajuste probabilístico que se realizó para cada una de las estaciones.

Tabla HDR-1-02. Probabilidad de días con ondas gélidas por estación

19004	11	23	31	42	50	58	66	76
19015	4	8	11	16	19	22	25	29
19018	10	18	23	29	34	38	42	48
19026	6	12	16	21	25	29	33	37
19033	16	27	47	76	100	124	149	182
19052	10	17	21	25	29	32	35	39
19069	5	9	12	15	17	20	22	25
19096	9	15	19	23	27	30	34	38
19134	7	12	16	18	20	23	25	28
19186	8	15	20	26	30	35	39	44
19200	8	14	18	23	27	31	34	39

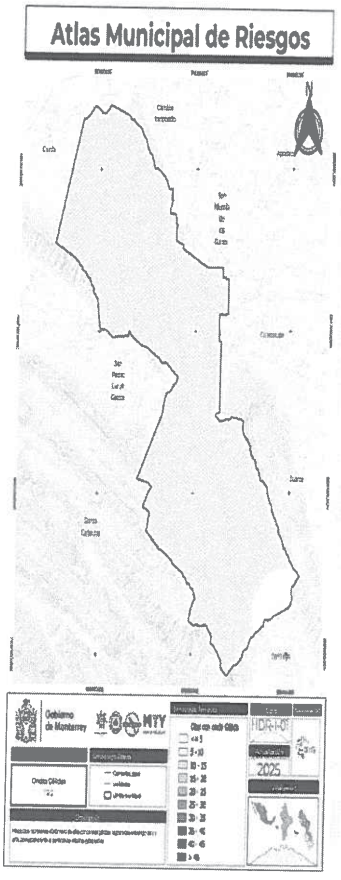
Fuente. Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V. con datos climáticos del SMN,2025

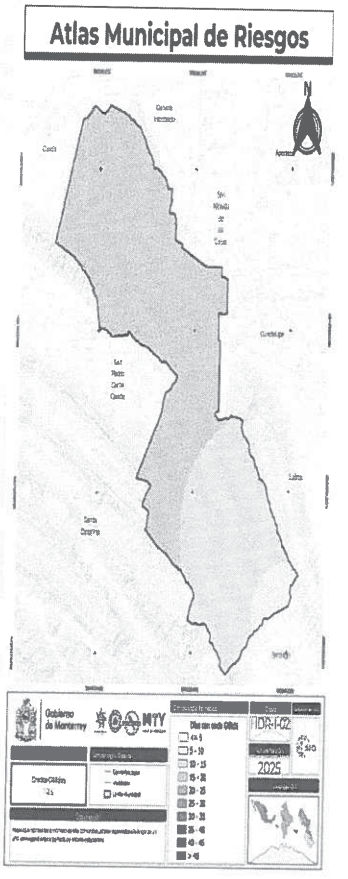
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG





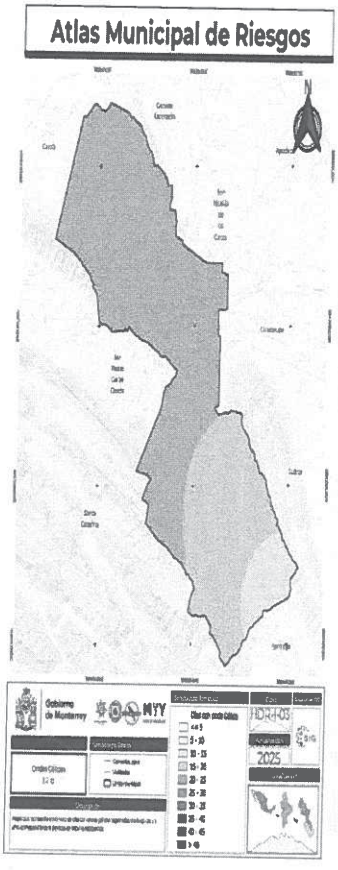
200

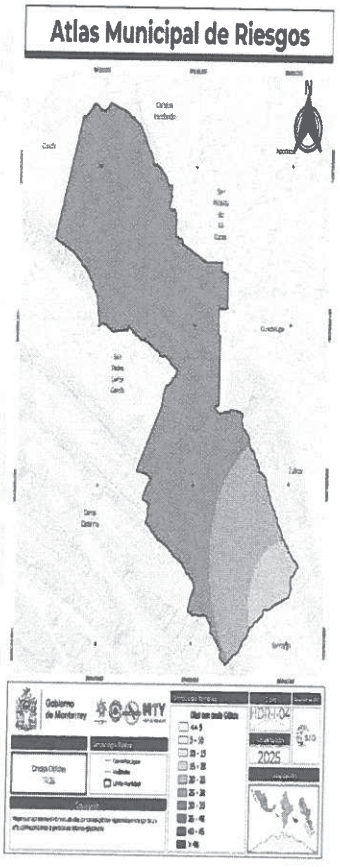
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



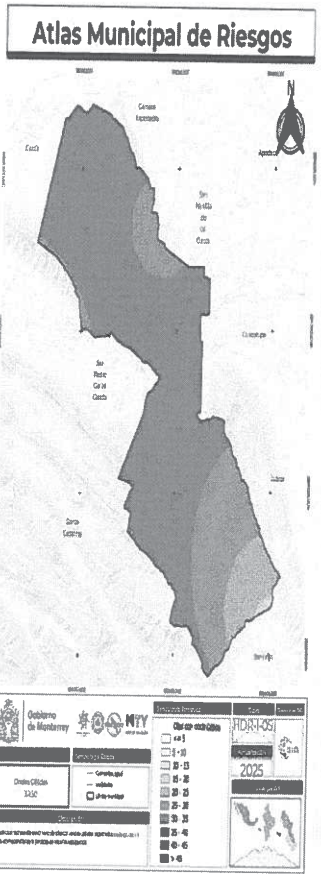


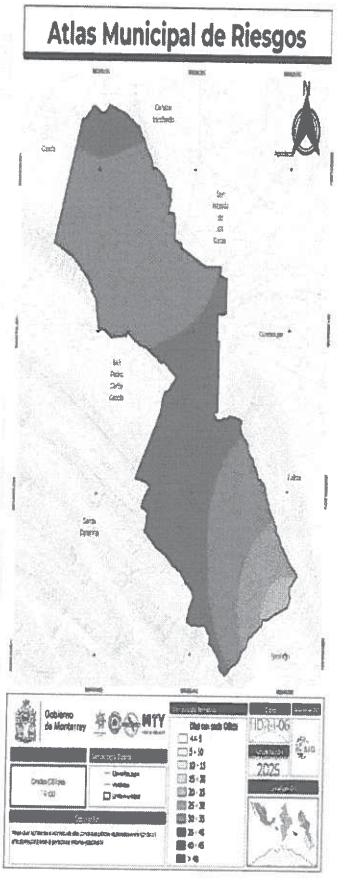
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





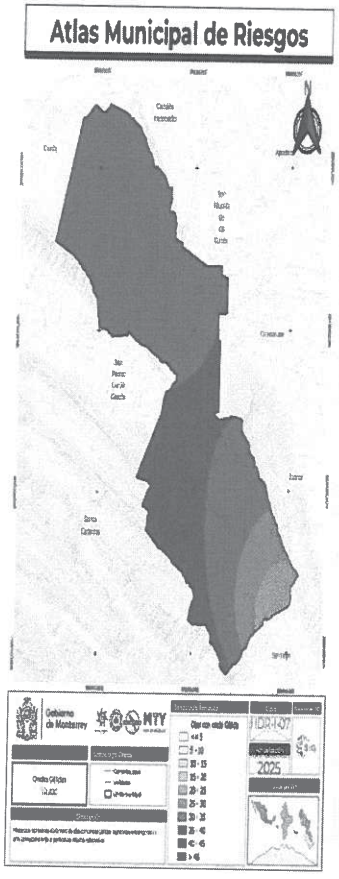
202

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

13.9. Heladas

Introducción

El término de helada se refiere a la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992). Esto quiere decir que cuando la temperatura del aire cercana a la superficie del suelo llega a los cero grados centígrados, o cuando disminuye aún más durante más de cuatro horas, se dice que ha ocurrido una helada y esta observación se hace generalmente en el termómetro que está a una altura de 1.5 m del suelo (Romo y Arteaga, 1989; en Medina García 2014, pp. 12).

Haciendo referencia a las bajas temperaturas Gibbs (2009) describe tres tipos de heladas: 1) helada de aire, 2) helada de suelo y 3) helada de escarcha. La denominada helada de aire es la que se enuncia al principio de este apartado, aquella que se mide a través del denominado "abrigo meteorológico" (a 1.5 m sobre el suelo); la helada de suelo es cuando la temperatura del suelo alcanza el 0°C, sólo que en este caso, la temperatura del aire puede estar a 3 o 4°C por arriba de la temperatura de congelamiento; por último, la helada blanca o de escarcha es aquella que se forma cuando el aire se enfría y el agua se condensa sobre el césped, siendo muy diferente al rocío congelado, ya que cuando se condensa se forma una especie de escarcha, una estructura de hielo esponjosa y frágil (Pereyra et al, 2009).

Debido a la severidad en la que se presenten, las heladas se clasifican en cuatro: a) ligeras: ocurren cuando la temperatura varía entre los 0°C y -3°C; b) moderadas: suceden cuando la temperatura tiene una variación entre los -3.5°C y -6.5°C; c) severas: cuando la temperatura varía entre -6.5°C y -11.5°C; d) muy severas: ocurren cuando la temperatura es menor a -11.5°C (Gibbs, 2009, en Pereyra et al, 2009, pp. 13).

Para el análisis de la ocurrencia de heladas en el municipio de Monterrey se tomará en cuenta lo estipulado en el fascículo del CENAPRED que indica que, para el fenómeno de heladas, los principales elementos meteorológicos que intervienen en su formación son el viento, la nubosidad, la humedad atmosférica y la radiación solar (CENAPRED/SEGOB, 2014).

Entonces, para que una helada sea generada, es fundamental la ausencia de viento, pues cuando se presentan las corrientes de aire, ocurre la mezcla del aire frío que se encuentra cercano al suelo con el más caliente que se encuentra a niveles superiores y se regula la temperatura. Cuando hay una presencia mínima de viento y la temperatura alcanza los 0°C o más, el vapor de agua existente en el aire se condensará y si la humedad es abundante, se originará una nevada, pero si el contenido de humedad es poco, se formará una helada, por lo que se puede concluir que una gran presencia de humedad atmosférica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas.

La determinación de las temperaturas más bajas nos ayuda a identificar a los meses más fríos como aquellos en los que la temperatura desciende por debajo de los 0°C y cuando esto llega a ocurrir, se dice que ha ocurrido una helada. Para el caso de México, el fenómeno de helada y las bajas temperaturas que ésta conlleva ocurren generalmente durante los meses de noviembre a marzo, siendo diciembre y enero los de mayor impacto.

Desde el punto de vista agroclimático, es de suma importancia considerar este fenómeno por sus efectos en el sector agrícola (Engelbert, 1997). Sin embargo, es relevante considerar las afectaciones a la salud de la población que son influenciadas por las olas de frío (Eagleman, 1983); sobre todo, de las personas que habitan en casas con materiales frágiles o que se encuentran en situación de calle, así como la población de la tercera edad y los niños.

Para el cuerpo humano un clima frío implica varios efectos negativos, como las enfermedades de tipo circulatorio, las infecciones respiratorias agudas, el congelamiento de la piel y la hipotermia (Engelbert, 1997). Cabe mencionar que el nivel de peligro en cuanto a heladas es variado, pues se encuentra sujeto a la resistencia que los seres vivos poseen ante la disminución de temperaturas. Se dice que los seres humanos pueden sobrevivir varios días e incluso semanas sin comida o pocos líquidos, pero no sobreviven por mucho tiempo si su temperatura corporal disminuye drásticamente.

Antecedentes

En estudios meteorológicos se considera que hubo una helada toda vez que el termómetro de mínima, colocado en el abrigo meteorológico a 1.50 m sobre el suelo, indica una temperatura del aire menor o igual a 0°C (Servicio Meteorológico Nacional, 2023).

Históricamente, el municipio de Monterrey ha tenido registro de temperaturas iguales o menores a los 0°C, lo que se puede considerar bajo la definición del Servicio Meteorológico Nacional sobre los parámetros que definen a una helada que, el municipio, ha presentado distintas heladas a lo largo del tiempo.

Para el 22 de diciembre del año 2022 en distintos municipios de Nuevo León, entre ellos Monterrey, se registraron temperaturas por debajo de los cero grados llegando a los -2° C, provocando formación de hielo sobre la vegetación de la sierra que provocó afectaciones en la zona carretera del Estado, por la Linares-Iturbide, que se encuentra a dos horas y media de la ciudad de Monterrey, por lo que personal de Protección Civil montó diversos operativos

para brindar apoyo a quienes lo necesitaran, así como medidas preventivas a los automovilistas.

En la siguiente tabla, se muestran las fechas registradas con las temperaturas más bajas históricamente:

Tabla PH-10-1. Registros de temperaturas mínimas extremas históricas en el municipio de Monterrey

Febrero de 1899	-12°C
Enero de 1949	-7°C
Febrero de 1951	-5°C
Febrero de 1961	-5°C
Diciembre de 1983	-10°C
Febrero de 1989	-8°C
Diciembre de 1989	-5.9°C
Diciembre de 1995	-2.0°C
Febrero de 2011	-6°C

Fuente: Redacción Telediario.

Imagen PH-10-1. Las bajas temperaturas provocaron el congelamiento de vialidades en municipios de Nuevo León



Fuente: El Financiero

Metodología

Con base en los Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos, 2018, los mapas de susceptibilidad a heladas son resultado de la generación de un mapa de aquellos factores condicionantes del fenómeno más la identificación de temperaturas mínimas extremas (menor o igual a 0°C) como factor detonante del fenómeno. Dicho mapa se descompuso en dos grandes temas, el primero corresponde a la identificación de la distribución de la temperatura de fusión, la cual está determinada mediante el cruce del gradiente térmico altitudinal con las temperaturas mínimas.

Los datos que se tomaron en cuenta para la elaboración de este fenómeno fueron tomados de los registros de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) por lo que se revisaron todas aquellas estaciones que se encontraran dentro del municipio y que contaran con los datos de los años correspondientes a mínimo 30 años, para tener así una climatología exacta para su elaboración.

La distribución de las temperaturas mínimas y mínimas extremas en el municipio y el gradiente térmico (que es el término referente a la disminución de la temperatura de forma vertical respecto a cada elevación altitudinal), componen los mapas de temperatura de fusión, cuya finalidad es identificar las zonas donde existe una mayor propensión al congelamiento del ambiente.

Teniendo en cuenta que el municipio en su mayor proporción territorial es urbano, se deben de tomar consideraciones respecto a la población más desprotegida y aquella que se encuentra en asentamientos irregulares ubicados en las laderas de los cerros.

Memoria de cálculo

Se tomaron en cuenta 11 estaciones meteorológicas de las cuales 2 se encuentran dentro del municipio de Monterrey, los 9 restantes se localizan dentro de los municipios vecinos de Santiago, Santa Catarina, Apodaca y García. De dichas estaciones se obtuvieron los datos siguientes, donde el cálculo de la temperatura mínima corresponde a un promedio de cada año de una serie de 30 años.

Los datos que se obtuvieron son los siguientes:

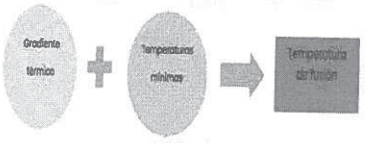
Tabla PH-10-2. Estaciones meteorológicas utilizadas para el cálculo de heladas

19002	Aqua Blanca	Santa Catarina	25.544	-100.523	2193
19004	Apodaca	Apodaca	25.794	-100.197	436
19015	El Cerrito	Santiago	25.510	-100.193	520
19026	Icamole	García	25.941	-100.00	640
19031	La Cruz	Santa Catarina	25.546	-100.523	2224
19038	Las Comitas	Santa Catarina	25.513	-100.356	973
19049	Monterrey	Monterrey	25.683	-100.267	495
19058	Santa Catarina	Santa Catarina	25.677	-100.446	700
19061	Topo Chico	Monterrey	25.778	-100.323	550
19065	Santiago	Santiago	25.433	-100.167	497
19095	La Huasteguita	Santa Catarina	25.639	-100.455	720

Fuente: Información climatológica estadística del SMN

Con los datos obtenidos de las estaciones se realizó el cálculo del gradiente térmico, así como el cruce con las temperaturas mínimas de cada una de las estaciones con un periodo de 30 años para el análisis.

Diagrama PH-10-1. Factores condicionantes del fenómeno heladas



Fuente: Soluciones SIG.

Cada uno de los cálculos correspondientes se realizó a través de una interpolación de datos con el software ArcGIS de los recursos de ESRI, la cual consiste en predecir los valores para las celdas de un ráster a partir de una cantidad limitada de puntos de datos muestra. Puede utilizarse para predecir valores desconocidos de cualquier dato de un punto geográfico, tales como: elevación, precipitaciones, concentraciones químicas, temperaturas, entre otras (ArcGIS, 2023).

En este caso, se utilizó la herramienta IDW (Ponderación de distancia inversa) por sus siglas en inglés, la cual estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento, esto quiere decir que cuanto más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando, más influencia o peso tendrá en el proceso de cálculo del promedio.

Una vez teniendo el resultado de la interpolación de los promedios mínimos y el gradiente térmico, se tiene como resultado el mapa a susceptibilidad de heladas, en las que claramente, la altura es uno de los factores que condicionan a este fenómeno.

Resultados

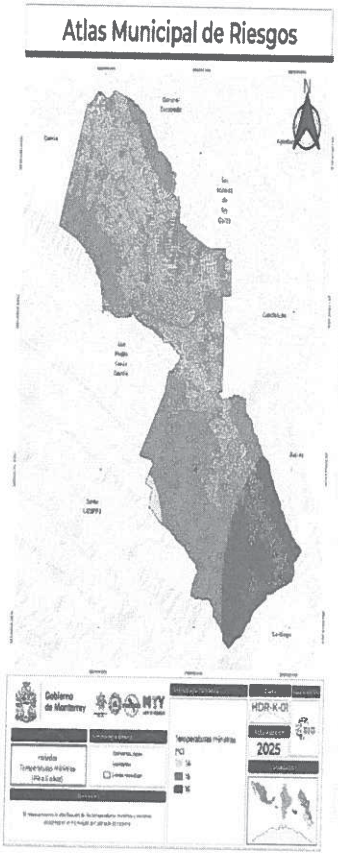
Aunque en los últimos años se han presentado temperaturas menores a los 0°C, no han sido de gran relevancia para desarrollarse este fenómeno, sin embargo, se deben de tomar las medidas necesarias para sobrellevar las bajas temperaturas. Agua y Drenaje de Monterrey exhorta a la población a proteger las tuberías tanto del medidor como las de los tinacos, para así evitar daños y fugas. Algunos medidores como los de bronce, son más resistentes, pero aun así deben forrarse con periódico y plástico o cualquier material que sea aislante.

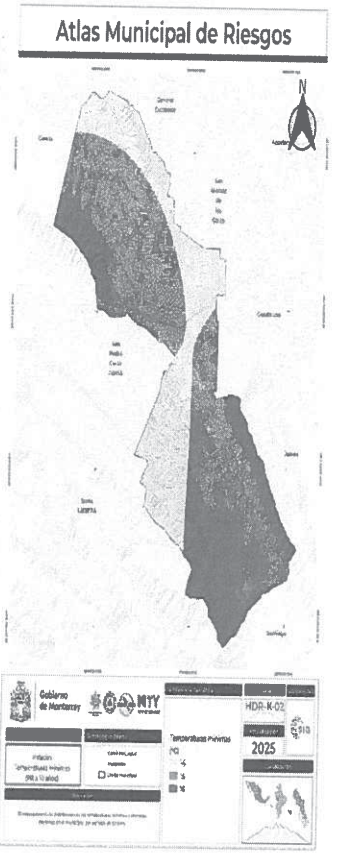
Monterrey es uno de los municipios que más adaptabilidad a las temperaturas extremas ha tenido, ya sean altas o bajas, lo cual es de suma importancia ya que puede generar estrategias de adaptabilidad para la población. Sin embargo, no se debe de olvidar a la población más vulnerable, aquella que vive en condición de calle, en zonas marginadas, población infantil y adultos mayores, ya que son quienes están más propensos a padecer enfermedades respiratorias y perecer ante las bajas temperaturas que se presentan en temporada invernal. Para los periodos de retorno de estos fenómenos, se ve un incremento de temperatura, lo cual es de considerarse, pues se podría tratar de una variabilidad climática o de algún fenómeno atípico que perturba el comportamiento de las temperaturas.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





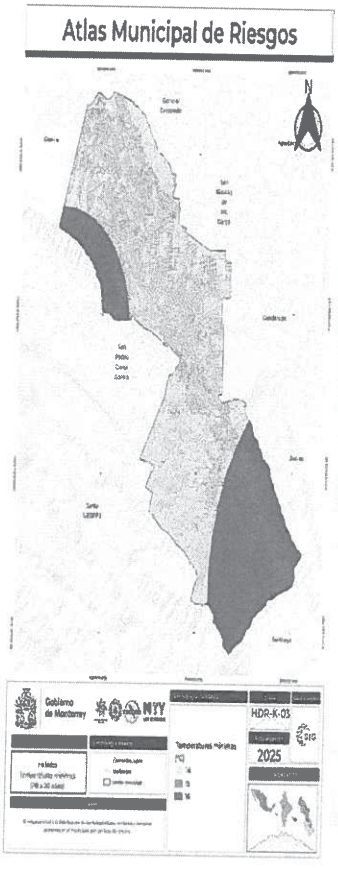
MTY AQUÍ SE RESUELVE

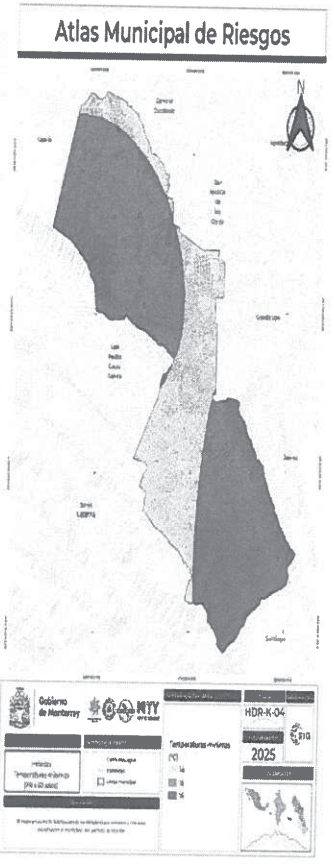
207

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





208

MTY AQUÍ SE RESUELVE

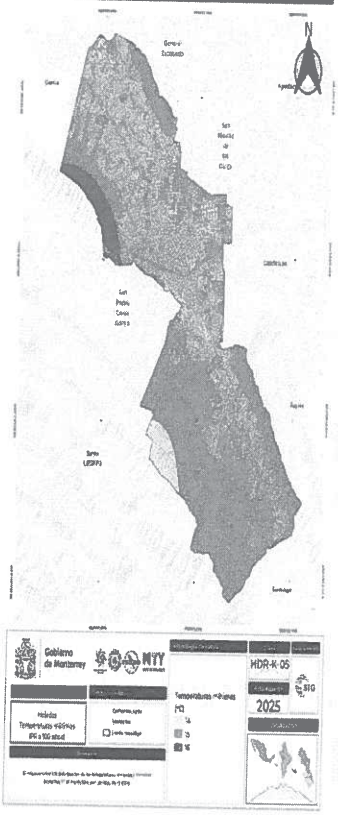
Pagina 208 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



13.10. Tornados y vientos fuertes

Introducción

El viento es el movimiento de aire presente en la superficie terrestre, cuyo desplazamiento es en su mayoría horizontal, originado por la diferencia de presión entre puntos de determinado territorio, lo que ocasiona una tendencia al equilibrio desplazando las masas de aire para rellenar las zonas de más baja presión. Conforme la diferencia de presión sea mayor la fuerza del viento aumenta. Existen corrientes ascendentes y descendentes, dicho movimiento es una magnitud vectorial con dirección y velocidad. (Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Gobierno de España, 2013).

Entre los fenómenos más extremos relacionados con el viento están los tornados, columnas de aire en rotación que nacen en la base de nubes del tipo cumulonimbus (un tipo de nube de tormenta densa y vertical), los cuales surgen por una caída de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica. Según el Servicio Meteorológico de los EUA, los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad, y velocidad (NWS, 1992).

Para el municipio de Monterrey, los vientos fuertes representan una condición real que puede afectar viviendas, infraestructura y actividades productivas. Además de los daños por rachas intensas, estos episodios pueden crear condiciones que favorezcan la formación de vientos más localizados o tornados, por lo que la Coordinación Nacional de protección civil en el año 2017 dentro de las "Tertulias de Prevención de Desastres, Caza tornados mexicanos y Vientos huracanados" señala la importancia de implementar acciones y medidas de prevención ante este tipo de fenómenos naturales. (Coordinación Nacional de Protección Civil/CENAPRED, 2017).

Antecedentes

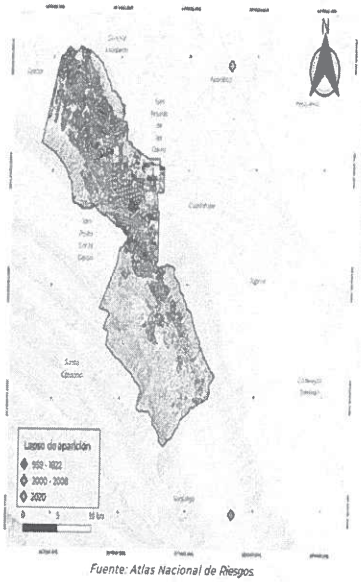
Según datos del registro histórico de Tornados perteneciente al Atlas Nacional de Riesgos, en el municipio de Monterrey y en sus cercanías se han reportado 2 eventos catalogados como tornados.

El primero de ellos ocurrió en el siglo XIX dentro de lo que hoy es el municipio de Monterrey. El segundo evento ocurrió en el municipio de Santiago en el año 2005. Aunque la información respecto a ellos es limitada.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

También existe información de un tercer evento que ocurrió en el municipio de Apodaca el 8 de mayo de 2020, este fenómeno provocó la muerte de dos personas y cuantiosos daños a edificaciones, árboles y vías de comunicación. De acuerdo con Protección Civil Estatal se trató de un tornado categoría EF-2 que provocó vientos de entre 180 y 220 kilómetros por hora

Imagen HDR-3-01. Presencia de tornados en la Zona Metropolitana de Monterrey (lapso de aparición)



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Metodología

Para el caso de vientos fuertes, la cartografía expuesta en este apartado fue elaborada con información tomada de diversas instituciones como son: la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y el Global Wind Atlas. Para el caso de tornados no existe una metodología de estudio señalada en la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos.

Para el caso de los tornados, la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos no especifica una metodología clara. Aunque SEDATU (2018) sí proponen un método para estudiar el fenómeno en los Términos de Referencia para elaborar Atlas de Riesgos (2018), no se cuenta con datos locales suficientes como registros meteorológicos detallados o trayectorias históricas de eventos para generar un mapa confiable de este fenómeno.

Memoria de cálculo

El primer mapa muestra la zonificación eólica determinada por la CFE que se basa en criterios empleados para el diseño estructural. Aunque dicha zonificación no cuenta con la resolución suficiente para mostrar el comportamiento de las velocidades del viento causado por factores como la topografía, la altura, entre otros.

Para observar la variación local de los vientos en el municipio de Monterrey, se empleó la información del Global Wind Atlas, portal internacional gestionado por el gobierno danés y que se ha encargado de replicar su metodología para todo el mundo, generando información sobre velocidad del viento que se retroalimenta constantemente para la generación de mapas de velocidades medias en todo el mundo empleando datos históricos para 10 años.

A través de un método de reescalamiento de la información se llegó a un gran detalle de información considerando la topografía del municipio como un factor definitorio en la generación de mapas de velocidades de viento en escalas pequeñas o inferiores.

Al obtener las imágenes se procesaron en un sistema de información geográfica para posteriormente clasificar y vectorizar los rangos de velocidades basándose en la Escala de Beaufort utilizada por la SEMAR para medir el impacto del viento en función de su velocidad.

La cual se muestra a continuación.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla HDR-3-01. Escala de Beaufort

0	1	Hay calma, el humo asciende verticalmente.
1	1 - 5	El humo indica la dirección del viento.
2	6 – 11	Se mueven las hojas de los árboles.
3	12 – 19	Las copas de los árboles se agitan y las banderas ondean.
4	20 – 28	Además de que las copas de los árboles se agitan, el polvo y los papeles se levantan.
5	29 - 38	Se observan pequeños movimientos en los árboles y la superficie de los lagos se ondula.
6	39 – 49	Las ramas de los árboles se mueven y resulta difícil mantener abierto un paraguas.
7	50 - 61	Los árboles grandes se mueven y es difícil caminar contra el viento.
8	62 – 74	Las copas de los árboles se quiebran, además de que la circulación de las personas se dificulta.
9	75 – 88	Se observan daños en los árboles y es imposible caminar contra el viento.
10	89 – 102	Los árboles son arrancados y las estructuras de las construcciones sufren daños.
11	103 - 117	Ocurren daños severos en las construcciones, techos y árboles.
12	> 118	Hay destrucción total.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Análisis de los vientos

Conocer la dirección y las velocidades promedio en la que se desplazan los vientos, es importante ya que su comportamiento esta relacionado directamente con el impacto de múltiples fenómenos, entre ellos podemos destacar la propagación de incendios, el transporte de polvo y la dispersión de químicos volátiles. Para este análisis se recuperaron los datos de la estación sinóptica meteorológica automática (ESMA) perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional, ubicada en el municipio de Monterrey.

Los datos utilizados corresponden a los meses de julio, agosto y septiembre, estos datos nos permitieron obtener la rosa de los vientos, la cual muestra dirección y velocidades promedio. De manera complementaria se realizó el análisis de la dirección y velocidad promedio histórica con los datos proporcionados por el Atlas Global de Vientos.

Resultados

De acuerdo con el análisis de vientos, dentro de los meses de julio, agosto y septiembre la dirección de llegada de los vientos fue principalmente desde el norte y noreste, fluyendo hacia el sur y suroeste del municipio. De la velocidad con la que los vientos llegan a Monterrey se obtuvo que el 43% llega al municipio con velocidades 1.8 a 7.6 km/h, el 15% con velocidades de 7.6 a 12.9 km/h, el 18% con velocidades de 13 a 20.5 km/h, el 2% con velocidades de 20.6 a 31.6 km/h y el resto con una velocidad menor a 1.8 km/h.

Del análisis histórico de los vientos, se identificó que el 27% llega del Noreste, el 19% llegan del este, 14% del Sureste y el porcentaje restante se divide en menor proporción de diferentes direcciones. Y las velocidades promedio varían entre 3 a 36 km/h.

Los mapas de Velocidad de viento a 10, 50 y 100 metros identifican las mayores intensidades del viento en las cercanías a montañas de Topo Chico y Mitras. Estas velocidades de viento tienen diferente intensidad conforme a la altura en que son analizadas, siendo la velocidad de viento a 10 metros, el valor de intensidad que mayor relevancia tiene respecto a la planeación y supervisión de infraestructuras expuestas.

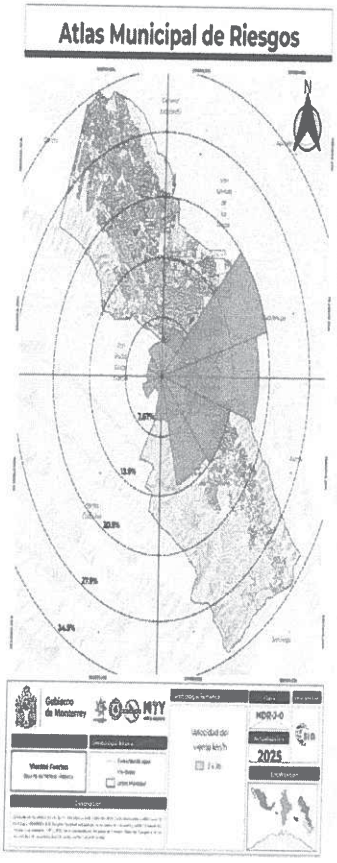
De acuerdo con la información proporcionada por la CFE el municipio de Monterrey se clasifica de baja intensidad de viento respecto a los criterios de diseño estructural, con velocidades de viento máximas de entre los 130 a 160 km/h.

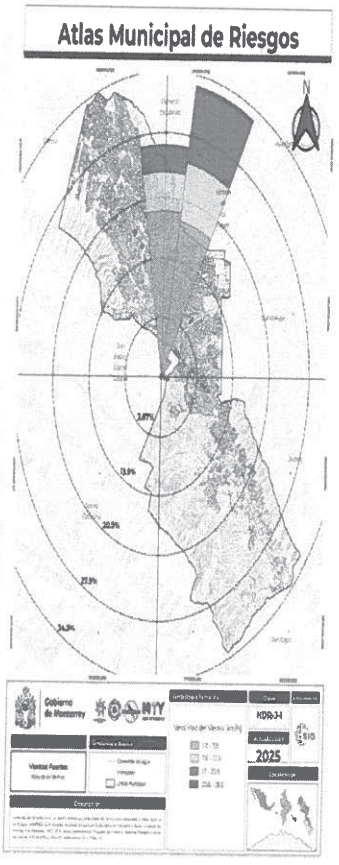
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





212

MTY AQUÍ SE RESUELVE

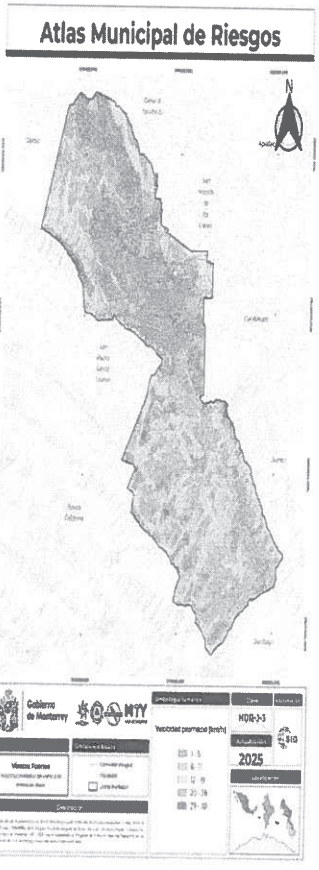
Página 212 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

273

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





214

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

13.11. Tormentas de polvo

Introducción

Las tormentas de polvo y arena son fenómenos meteorológicos que se presentan cuando los vientos alcanzan velocidades suficientes para levantar y transportar partículas finas del suelo. Estas tormentas suelen formarse en zonas áridas o semiáridas, con bajo índice de humedad, en donde la falta de vegetación deja el suelo expuesto.

Diversos factores pueden contribuir a que se generen estos eventos. Entre ellos están las ráfagas intensas de viento, los frentes fríos, los sistemas de baja o alta presión, e incluso las corrientes de aire caliente que se elevan durante el día y descienden por la noche. La forma del terreno también influye: las montañas, los valles o las planicies pueden canalizar el viento y favorecer la formación de torbellinos que levantan grandes cantidades de polvo (Organización Meteorológica Mundial, 2019).

Una vez que las partículas de polvo se elevan, pueden alcanzar grandes alturas dentro de la atmósfera y ser transportadas a cientos de kilómetros de distancia. Su permanencia en el aire depende del tamaño: las más grandes caen rápidamente, mientras que las más finas pueden mantenerse suspendidas por varios días antes de volver a depositarse en la superficie. Las lluvias también ayudan a limpiar la atmósfera, arrastrando las partículas hacia el suelo.

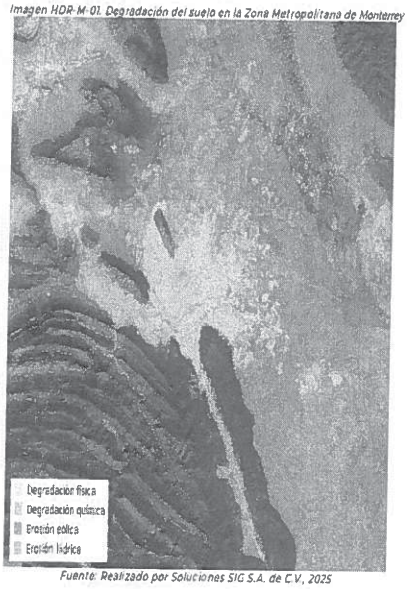
Además de reducir la visibilidad y afectar actividades humanas, estas tormentas representan un riesgo para la salud. Las partículas de polvo más grandes de más de 10 micras de diámetro suelen irritar los ojos y la piel, provocando enrojecimiento o conjuntivitis. En cambio, las partículas más pequeñas menores de 10 micras pueden ser inhaladas y quedar atrapadas en las vías respiratorias, causando enfermedades como asma, bronquitis o neumonía. Las partículas ultrafinas son las más peligrosas, ya que pueden llegar hasta los pulmones e incluso pasar al torrente sanguíneo, afectando órganos internos y aumentando el riesgo de padecimientos cardiovasculares (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Antecedentes

Las tormentas de arena y polvo constituyen fenómenos meteorológicos comunes en las regiones áridas y semiáridas donde el suelo se encuentra desprovisto de vegetación y los minerales del suelo se encuentran expuestos al intemperismo y a la erosión. Asimismo, este fenómeno se puede presentar en las zonas de cultivo, donde los suelos se encuentran barbechados.

Por otra parte, en la porción oriental de la Zona Metropolitana de Monterrey se encuentran grandes extensiones de suelo afectado por erosión de tipo eólica, es decir, aquella donde el viento puede acarrear grandes cantidades de polvo, de acuerdo con la dirección de los vientos dominantes.

Imagen HDR-M-01. Degradación del suelo en la Zona Metropolitana de Monterrey



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V., 2025

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

En el municipio de Monterrey, a lo largo de los años ha sido receptor del fenómeno denominado como el polvo del Sahara, el cual, como su nombre lo indica, proviene de los desiertos del Sahara. Esto depende de la intensidad del viento y concentración de polvo sobre África. Ingresa a nuestro país a través de la vertiente oriental y sureste de forma directa, por su parte, la sierra Madre Oriental funge como una barrera natural para que no atraviese al centro del territorio, por lo que sólo pequeñas concentraciones logran llegar. En sí, este polvo del Sahara no representa un peligro para México, su efecto más directo es en la cantidad de nubosidad y lluvias (CENAPRED, 2019).

Imagen HDR-M-02. Alerta por polvo del Sahara en cuentas oficiales del OCCAMM



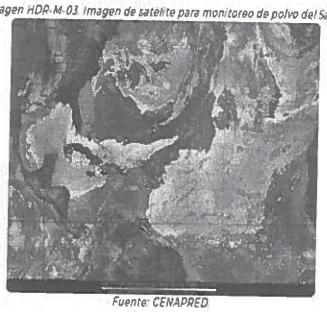
Fuente: OCCAMM

Este fenómeno ha sido monitoreado por el Observatorio del Aire de Monterrey (OCCAMM), en el que destacan las fechas de finales de junio a mediados de julio sobre el ingreso, estadía y salida del polvo año tras año. Como se mencionó anteriormente, es un fenómeno que se considera normal y que no representa un peligro para la población. Sin embargo, se deben de tener en consideración las siguientes medidas de prevención en la salud por cualquier tormenta de polvo:

- Evitar exponerse a las altas concentraciones de polvo.
- Cerrar todas las entradas de aire durante las tormentas.
- Utilizar lentes, cubrebocas o pañuelos si se está en la intemperie.
- Evitar la proliferación de rumores y noticias falsas sobre este fenómeno y mantenerse informado sobre el tema a través de fuentes oficiales.

Además, hay que mantenerse alerta ante el incremento de los índices de contaminantes atmosféricos, ya que, ante la llegada de este polvo, los contaminantes se acumulan en la atmósfera y son más difíciles de disolver.

Imagen HDR-M-03. Imagen de satélite para monitoreo de polvo del Sahara



Fuente: CENAPRED

Según el portal El Economista (19 de marzo de 2025, 16:35 h), La Secretaría de Medio Ambiente de Nuevo León y Protección Civil del Estado de Nuevo León emitieron una contingencia ambiental por altas concentraciones de polvo en la zona metropolitana de Monterrey. El fenómeno fue causado por el ingreso del frente frío número 36 y vientos provenientes de Texas y Coahuila, que alcanzaron rachas de 50 a 60 km/h, generando tolvaneras que cubrieron la atmósfera regional. Durante el aviso se recomendó evitar actividades al aire libre, usar cubrebocas y proteger especialmente a personas con enfermedades respiratorias.

Según el sitio oficial del gobierno de Nuevo León (13 de enero de 2024), una tormenta de arena combinada con la entrada del Frente Frío No. 26 provocó un aumento inusual de partículas en suspensión en la atmósfera del área metropolitana de Monterrey. El fenómeno generó una oleada de polvo originado de Coahuila y del suroeste de Estados Unidos (Texas) elevó los niveles de contaminación del aire, activando alertas ambientales por la afectación a la calidad del aire.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Metodología

Según la información proporciona por CENAPRED en la guía de contenido mínimo para la elaboración de un atlas de riesgos. El fenómeno de Tormentas de Polvo es un fenómeno con un grado de complejidad elevado para su análisis, debido a la cantidad de variables presentes, y a la cantidad de datos disponibles. Analizando la metodología propuesta y la limitada información disponible se determinó el análisis posible para este fenómeno.

Dado que las tormentas de arena ocurren cuando el viento sopla con tanta fuerza que levanta polvo, arena y partículas finas de suelos desnudos, es decir, áreas sin vegetación que quedan expuestas. Cuando hay tormentas intensas o sistemas de alta y baja presión, los vientos aumentan su velocidad y pueden barrer grandes extensiones, levantando el material del suelo y formando nubes de polvo. Ese polvo no solo viaja cerca del suelo: las corrientes turbulentas y las columnas de aire caliente lo elevan a niveles altos de la atmósfera, desde donde puede ser transportado a grandes distancias. El tiempo que las partículas permanecen en el aire depende de su tamaño y de las condiciones meteorológicas: las partículas más gruesas caen rápido, mientras que las finas pueden quedarse suspendidas durante horas o incluso días.

Los dos elementos determinantes en las tormentas de arena son la velocidad del viento y el suelo carente de vegetación. Por ello se consideró el viento como factor de distribución, y el suelo sin vegetación como fuente de materia prima del fenómeno debido a su relación directa con la formación de bancos de materiales sedimentarios. Por lo que, para el análisis del fenómeno, se estudió la dirección y velocidad del viento y la distribución de las zonas sin vegetación mediante el Índice de Suelo Desnudo (BSI por sus siglas en ingles), calculado a partir de las imágenes satelitales Landsat 9.

Memoria de cálculo

Con base en los elementos principales del fenómeno (viento y superficie sin vegetación) se realizó el análisis mediante las imágenes satelitales Landsat 9 obtenidas del portal de la USGS para obtener el índice BSI, un indicador numérico que se calcula mediante la combinación de las bandas espectrales azul, roja, infrarrojas cercanas e infrarrojas de onda corta para poder capturar las variaciones del suelo. Estas bandas espectrales se utilizan de manera normalizada. Las bandas de infrarrojos de onda corta y las bandas espectrales rojas se utilizan para cuantificar la composición mineral del suelo, mientras que las bandas azules y las bandas espectrales de infrarrojos cercanos se utilizan para mejorar la presencia de vegetación.

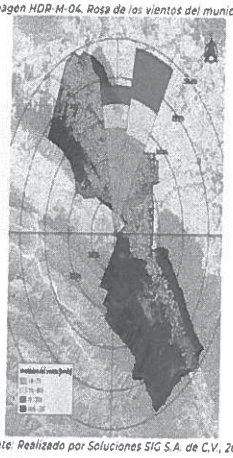
Con el software Qgis se realizó la combinación de las bandas 2, 4, 5 y 6 para aplicar la formula BSI, la cual está definida como:

$$\frac{(\text{Banda } 6 + \text{Banda } 4) - (\text{Banda } 5 + \text{Banda } 2)}{(\text{Banda } 6 + \text{Banda } 4) + (\text{Banda } 5 + \text{Banda } 2)}$$

Con el cual se delimitaron 3 diferentes tipos de zonas, las zonas con infraestructura urbana, las zonas con vegetación y las zonas de suelo desnudo. La distribución de las zonas se muestra en el mapa HDR-M-01

Para el elemento de los vientos se utilizó el análisis detallado en el apartado de "Vientos Fuertes", en el cual se utilizaron datos de los meses de Julio a agosto para realizar la rosa de vientos, en donde podemos identificar que los vientos que llegan al municipio de Monterrey vienen del Norte y Noroeste con velocidades predominantes de 2 a 8 kilómetros por hora.

Imagen HDR-M-04. Rosa de los vientos del municipio



Fuente: Realizado por Soluciones SIG S.A. de C.V., 2025

El resultado obtenido se integró con los mapas de velocidad del viento a 10 y 50 metros de altura, lo que permitió identificar las áreas con mayor probabilidad de desarrollar tormentas de polvo o arena. Gracias a esta combinación de información, fue posible reconocer las zonas más susceptibles a la ocurrencia del fenómeno. La cartografía resultante señala los sectores

MTY AQUÍ SE RESUELVE

donde existe una amenaza potencial, lo que hace necesario mantener un monitoreo continuo de las condiciones del viento para anticipar y evaluar su posible manifestación en el territorio.



Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Resultados

El análisis BSI muestra que, en el municipio de Monterrey, gracias a la vegetación presente y al nivel de urbanización, menos del 1% del territorio corresponde a suelo desnudo, dado a esto, la disponibilidad de materia prima para que se presente el fenómeno de tormentas de polvo es muy limitada.

Así mismo, del análisis de vientos, se puede determinar que aproximadamente el 2% de los vientos totales, alcanzan velocidades de entre 20 y 30 kilómetros por hora. Esta velocidad es importante ya que según la escala de Beaufort (escala utilizada por la SEMAR para medir el impacto del viento), estas velocidades son suficientes para levantar y transportar el polvo de la superficie.

Los resultados integrados indican que el municipio de Monterrey presenta una baja exposición al desarrollo de tormentas de polvo, debido a la escasa extensión de suelos sin vegetación y a la reducida frecuencia de vientos con velocidades suficientes para levantar y transportar polvo. Aunque es importante mencionar que existen antecedentes del fenómeno en Monterrey, cuyo origen se debe a factores fuera del municipio. Fenómenos de escala regional debido al transporte de polvo proveniente de Coahuila y el sur de Texas.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

219

Página 219 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



14. FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS

14.1. Almacenamiento de sustancias peligrosas

Antecedentes

Los riesgos químicos se presentan debido al manejo y almacenamiento de sustancias químicas y/o materiales peligrosos que se llevan a cabo por actividades industriales, comerciales o de servicio. Las principales causas que ocurran estos accidentes se deben a fallas operativas, fallas mecánicas en los equipos, desviaciones de las condiciones normales operativas, falta de mantenimiento, falta de capacitación, errores humanos, causas premeditadas (sabotaje, terrorismo), fenómenos naturales, etc.

Al ocurrir estos accidentes con sustancias químicas provocan efectos negativos sobre la población, ya que ocasiona lesiones, invalidez, intoxicación o enfermedad, a corto o mediano plazo. También genera contaminación del suelo, aire, agua superficial y subterránea. Además, ocasiona daños en construcciones, generando danos a equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas y comercios. Todo esto ocasiona una perdida económica, debido a la suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos en el auxilio de la población afectada.

Metodología

Para la evaluación del fenómeno de almacenamiento de sustancias peligrosas se trabajó el nivel de análisis 2, en cual indica la ubicación de las instalaciones actuales dentro del municipio, así como zonificación de peligro conforme a las características del material. Esto conforme a la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas Nacional de Riesgos, publicado por el Diario Oficial de la Federación de fecha 8 de noviembre de 2016.

Para la primera etapa de identificación de industrias que manejan sustancias peligrosas se trabajó con los datos abiertos del DENUE, identificando el comercio al por mayor, comercio al por menor, industrias manufactureras y servicios de salud, para el municipio de Monterrey, considerando solo las actividades que se encuentran en el listado de actividades industriales y comerciales del Anexo 18 elaborado por el CENAPRED.

Para la proyección de escenarios posibles ante accidentes, utilizando el software ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) de modelación de la EPA(Environmental Protection Agency de los Estados Unidos), el cual tiene integrado un modelo gaussiano para

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

predecir la dispersión de la sustancia objeto de estudio, que describe el transporte y la mezcla de las sustancias en el aire y es la aproximación computarizada más aceptada para calcular la concentración de contaminantes en un punto determinado, para que estas modelaciones den como resultado los radios máximos de afectación probable, creando un escenario crítico de las situaciones de riesgo.

Para realizar las modelaciones y establecer los riesgos derivados de un accidente con materiales peligrosos es necesario conocer algunos de los parámetros bajo los cuales opera el software ALOHA, entre ellos destacan los siguientes:

- Características del sitio: localización y si existen construcciones a los alrededores.
- Sustancia peligrosa: que se encuentre en la base de datos del programa.
- Condiciones atmosféricas: velocidad del viento, temperatura ambiente, nubosidad y rugosidad del suelo.
- Fuente; en este caso, el tanque de almacenamiento.
- Escenarios: es decir, en base a las características químicas de la sustancia y la hoja de datos, los accidentes que podrían ocurrir en presencia de ésta.

En el programa ALOHA se modelaron accidentes con manejo de Gasolina Magna, Premium y Gas LP, sin embargo, el programa solo maneja sustancias puras, por lo que se procedió a realizar la simulación en casos de condiciones atmosféricas y den entorno en general, para las sustancias más representativas en características de peligrosidad, y así interpretar un radio de afectación probable para estas sustancias mediante la modelación de sus componentes individuales, específicamente del butano para la Gasolina Magna y Premium, y el propano para el gas L.P. como principal componente.

La opción de modelación de riesgos por fuente como lo es un tanque permite seleccionar tres diferentes escenarios, los cuales dadas sus características particulares expresan radios de afectación diferentes. Cada uno de estos escenarios se enuncia a continuación:

Fuga del tanque, sin incendio, escapa a la atmósfera: este escenario puede presentar tres tipos de efectos, dependiendo de las características químicas y del entorno al momento del accidente:

1. Área tóxica de una nube de vapor.
2. Área inflamable de una nube de vapor.
3. Área de sobrepresión por explosión de la nube de vapor.
4. Fuga del tanque con incendio en forma de un chorro de fuego.
5. BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion: explosión por líquido en ebullición dentro de un tanque cerrado) (Castillo, 2015).

Como resultado de lo anterior, para accidentes con gas butano se simuló una explosión del autotanque que reparte el combustible, ya que en una gasolinera es más común que ocurran estos acontecimientos, y no una explosión del repartidor de combustible, debido a que los tanques de almacenamiento se encuentran en el subsuelo. Los parámetros que se utilizaron en ALOHA son propano, temperatura promedio de 34 °C, velocidad del viento 50 Km/hr dirección Noreste, baja nubosidad, sin inversión térmica, humedad del 25%, contenido por un tanque horizontal con 2.3 m de diámetro y 10 m de longitud de 42,000 L de capacidad, a 100 de psi y con un diámetro de apertura de 1 pulgada en la zona de conducto corto/válvula.

Para simular accidentes con Gas LP se elaboró un mapa de explosión, debido a que el Gas LP se almacena en tanques a cielo abierto, y es más probable que ocurra un accidente por estar expuestos. Los parámetros para modelar un accidente con Gas LP son, almacenamiento de gas propano, temperatura promedio de 34 °C, velocidad del viento 50 Km/hr dirección Noreste, baja nubosidad, sin inversión térmica, humedad del 25%, contenido por un tanque horizontal con 2m de diámetro y 14m de longitud de 40,000 L de capacidad, a 100 de psi y con un diámetro de apertura de 1 pulgada en la zona de conducto corto/válvula.

En cuanto al manejo de otras sustancias peligrosas en el municipio, se obtuvieron los siguientes datos del Atlas Nacional de Peligros de CENAPRED, la cual ofrece ubicaciones, así como las sustancias que utilizan y la cantidad reportada en toneladas, esto limitándonos a solo unas cuantas industrias y no a todas las que se ubican el municipio.

Tabla PQT-01-1. Sustancias Peligrosas almacenadas en el Municipio de Monterrey

Cianuro de Sodio	0.01
Cianuro de potasio	0.07
Hipoclorito de calcio	0.13
Acrilonitrilo	0.16
Piperidina	0.2
Acetileno	1.57
Ácido fosfórico	0.23
Nitroanilina	0.29
Cloruro de metileno	0.4
Ácido nítrico	0.5
N-propilamina	1.1
Malononitrilo	1.5
Alcohol butílico	2.72
Acrilamida	3
Hexano	3.2
Gas LP	3.69
Hidróxido de amonio	4.32
Ácido clorosulfónico	4.5

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

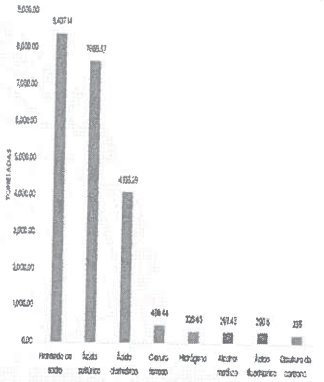
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Hidróxido de calcio	5
Ácido acético glacial	6.3
Xileno	6.84
Nitrocelulosa	9
Dimetilamina	10
Gas natural (metano)	16.96
Hidracina	18
Anilina	26
Sulfato de dimetilo	34
Nitro	38
Acetato de etilo	48.88
Gasolina	53.6
Alcohol isopropílico	59.65
Acrilato de butilo	64
Óxido de etileno	65
Estireno	65.2
Benceno	71
Alcohol etílico	74.2
Tolueno	76.6
Cloro	80.95
Hipoclorito de sodio	102
Tetrahidrofurano	119.4
Diesel	136.56
Combustóleo	147
Amoniaco	225.43
Disulfuro de carbono	235
Ácido fluorhídrico	290.5
Alcohol metílico	297.43
Hidrógeno	326.65
Cloruro ferroso	483.44
Ácido clorhídrico	4,106.29
Ácido sulfúrico	7665.87
Hidróxido de sodio	8,407.14

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos, 2018

De acuerdo con la información de la tabla anterior se presenta una gráfica, que muestran las sustancias con mayor volumen de almacenamiento para el municipio, teniendo como primer lugar al Hidróxido de sodio, siguiéndole el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico.

Gráfica PQT-01-1. Sustancias con mayor cantidad de almacenamiento en Monterrey



Fuente: Elaborado a partir de Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas de CENAPRED, 2018

De acuerdo con la información presentada anteriormente, se reclasificó por tipo (Combustible, Reactivo y Solvente) la cantidad almacenada de sustancia. Esto para modelar escenarios de dispersión de algunos reactivos y solventes, de acuerdo con las tres diferentes direcciones del viento que se presenta en el municipio, así como su velocidad del viento por periodo (Vientos de enero, Vientos de verano e invierno), datos obtenidos del Aeropuerto Internacional de Monterrey.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

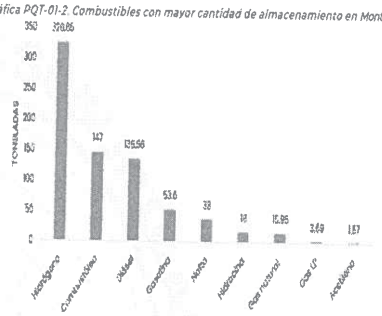
Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Tabla PQT-01-2. Clasificación de Sustancias Peligrosas x Municipio de Monterrey

Hidróxido de sodio	Benceno	Hidrogeno
Ácido sulfúrico	Tolueno	Acetileno
Ácido clorhídrico	Xileno	Gas LP
Cloruro ferroso	Hexano	Gas natural (metano)
Cianuro de sodio	Acetato de etilo	Combustóleo
Cloro	Alcohol isopropílico	Diesel
Ácido nítrico	Alcohol metílico	Gasolina
Cianuro de potasio	Alcohol etílico	Hidracina
Hipoclorito de calcio	Piperidina	Nafta
Acrilonitrilo	Alcohol butílico	
Ácido fosfórico	Nitrocelulosa	
Hidróxido de amonio	Amoniaco	
Ácido cloro sulfonico	Acrilamida	
Hidróxido de calcio	Estireno	
Ácido acetico glacial		
Sulfato de dimetilo	Tetrahidrofurano	
Acrilato de butilo	Dimetilamina	
Óxido de etileno	N-propilamina	
Hipoclorito de sodio	Cloruro de metileno	
Ácido fluorhídrico	Nitroanilina	
Disulfuro de carbono		
Malononitrilo		

Fuente: Elaborado a partir de Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas de CENAPRED, 2018.

Gráfica PQT-01-2. Combustibles con mayor cantidad de almacenamiento en Monterrey



Fuente: Elaborado a partir de Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas de CENAPRED, 2018

MTY AQUÍ SE RESUELVE

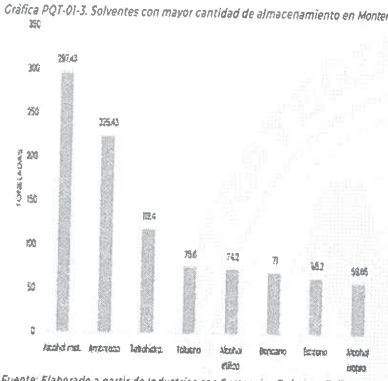
223

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

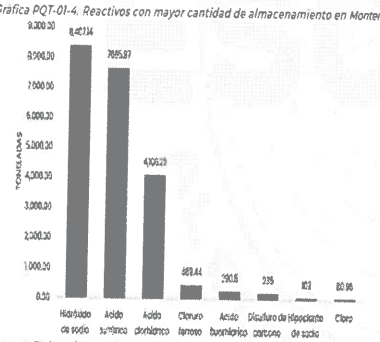
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gráfica PQT-01-3. Solventes con mayor cantidad de almacenamiento en Monterrey



Fuente: Elaborado a partir de Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas de CENAPRED, 2018

Gráfica PQT-01-4. Reactivos con mayor cantidad de almacenamiento en Monterrey



Fuente: Elaborado a partir de Industrias con Sustancias Químicas Peligrosas de CENAPRED, 2018

Resultados

Las actividades que manejan sustancias química-peligrosas, de acuerdo con el DENUE de INEGI son en su mayoría el Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra, al igual el comercio al por mayor de combustibles de uso industrial, la panificación tradicional y la fabricación de jabones, limpiadores y dentífricos.

En el sector salud se contabilizaron 22 hospitales generales públicos y 46 privados, estos de gran importancia por su tamaño. En el siguiente mapa se muestran categorizados en Comercio al por mayor, al por menor, Actividades industriales y Servicio de Salud.

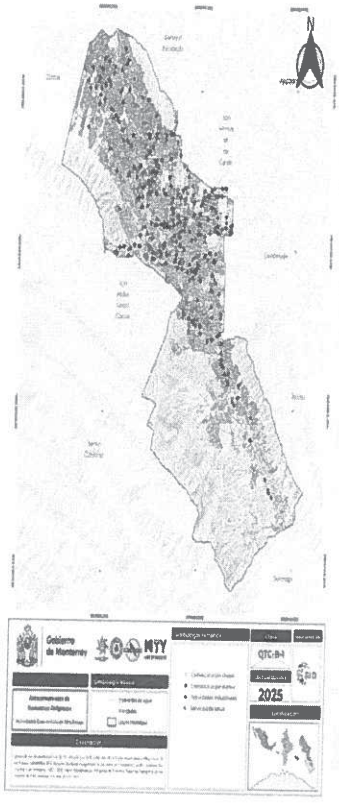
Además, en el municipio se contabilizaron 207 gasolineras y 40 gaseras, y de acuerdo con la modelación de ALOHA, los radios de grado de riesgo que resultaron de un posible accidente con gas butano y propano se muestran en los siguientes mapas.

Gobierno de Monterrey

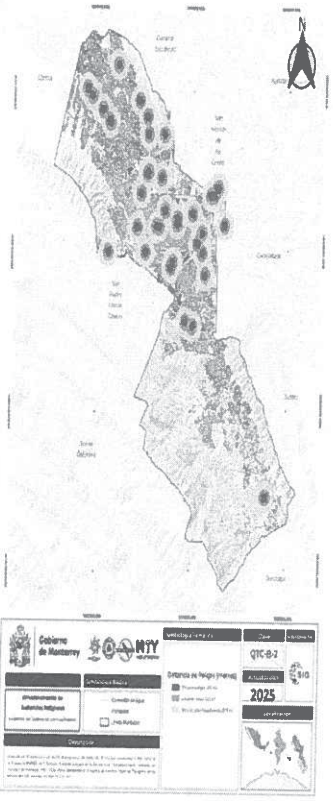
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

225

Página 225 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



Los mapas de dispersión de solventes y reactivos se muestran de acuerdo con las direcciones de viento dominante es decir, los provenientes del Norte, Noreste y Sureste, con velocidades de 20 m/s, 60 m/s y 24 m/s, respectivamente.

Para la modelación de reactivos, el disulfuro de carbono y el cloro son los que mayor alcance de dispersión tienen, además de que presentan una zona roja o de peligro, mientras que el ácido fluorhídrico presenta menor dispersión.

También se observa que las plumas de dispersión tienden a aumentar más en el mapa de los vientos provenientes del sureste, esto se puede entender debido a que en ese periodo se presentan las temperaturas más altas, provocando que la dispersión de los gases en el ambiente de mueva más rápido.

En la modelación de solventes, el amoniaco presenta un mayor rango de dispersión en los vientos provenientes del Norte y del Sureste, mientras en el periodo de los vientos provenientes del Noreste el rango de dispersión es muy bajo.

El benceno y el tetrahidrofurano también presentan un amplio rango de dispersión, de igual forma para los vientos provenientes del Norte y Sureste, pero en los vientos provenientes del Noreste la pluma de dispersión disminuye.

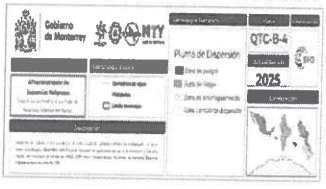
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

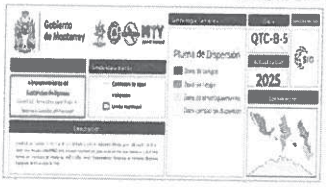
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





MTY AQUÍ SE RESUELVE

227

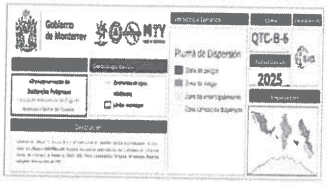
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

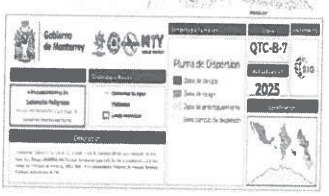
Atlas Municipal de Riesgos





Atlas Municipal de Riesgos





228

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

229

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

14.2. Autotransporte y transporte ferroviario de sustancias peligrosas

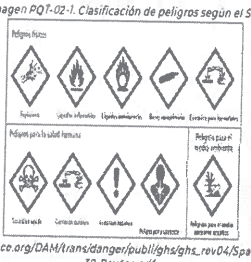
Introducción

Los accidentes en el transporte terrestre y ferroviario de sustancias, materiales y residuos peligrosos son eventos en los que puede ocurrir una liberación de éstos y tener un impacto considerable al ambiente, a las propiedades y a las personas próximas al sitio del incidente. El riesgo en el transporte depende en primer lugar de las características peligrosas de cada sustancia, material o residuo, las cuales se manifestarán en las consecuencias específicas de los eventos que puedan presentarse.

Cuando se presenta un accidente químico en el que se libera una sustancia peligrosa al ambiente ya sea durante su transporte o en almacenamiento, el accidente puede manejarse más rápidamente y mejor cuando la sustancia involucrada está debidamente identificada y caracterizada. El contar con un sistema de clasificación de sustancias es importante y necesario, ya que proporciona información de manera inmediata sobre los peligros que representa una sustancia en caso de un accidente, permitiendo reaccionar ante la emergencia de forma adecuada y segura (Arcos Serrano & Izcapa Treviño, 2003).

Para este efecto fue creado el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos SGA (GHS por sus siglas en inglés) el cual es un sistema integral de comunicación de peligros de alcance internacional, cuyo uso es obligatorio en el ámbito del trabajo. Sus objetivos son unificar los criterios para identificar los peligros asociados a las sustancias químicas y sus mezclas, así como transmitir información confiable tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

Imagen PQT-02-1. Clasificación de peligros según el SGA



Fuente: https://unece.org/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev4sp.pdf.

Antecedentes

La Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas Nacional de Riesgos, publicado por el Diario Oficial de la Federación de fecha 8 de noviembre de 2016 no estipula un nivel de análisis inequívoco en cuanto a peligro por autotransporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos, por lo que en el presente atlas se utilizaría como base la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SCT-2008 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos" misma que se basó en la Regulación Modelo para el Transporte de Mercancías Peligrosas, la cual es actualizada periódicamente por el Comité de Expertos de Transporte de Mercancías Peligrosas de dicha Organización, así como el Sistema Mundialmente Armonizado para la Clasificación y Etiquetado de Químicos (SGA) , lineamientos emitidos también por la ONU (Transportes, 2008).

Metodología

Se propone una metodología en la que se identifica se identifica las vialidades con mayor peligro por su cantidad de accidentes viales y su cercanía a sitios que almacenan sustancias peligrosas.

Memoria de cálculo

Para establecer el peligro por autotransporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos se identificaron las vialidades con mayor cantidad de accidentes a partir de técnicas de sobreposición espacial, empleando para ello la cartografía de vialidades y los registros estadísticos de accidentes viales por transportes de carga, con lo cual se determinó el número de accidentes en un radio de 100 metros por cada transecto vial. Posteriormente se categorizaron en 5 clases las vialidades a partir del método de intervalos geométricos, para con ello asignar un valor de menor a mayor peso a los transectos de vialidad con mayor cantidad de accidentes en sus inmediaciones.

De igual forma a partir del mismo método, se categorizaron las vialidades con base en el número de establecimientos y sitios que suponen un almacenamiento de sustancias peligrosas en un radio de 100 metros entorno a las vialidades. A partir de una suma algebraica de las dos capas de vialidades obtenidas, se determinó un índice de peligro en función de la siguiente tabla. Para fines gráficos, únicamente se representará en el mapa de índice de peligro por transporte de sustancias peligrosas, aquellos transectos de vialidades que resultaron con valores de peligro que van de medio a muy alto.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

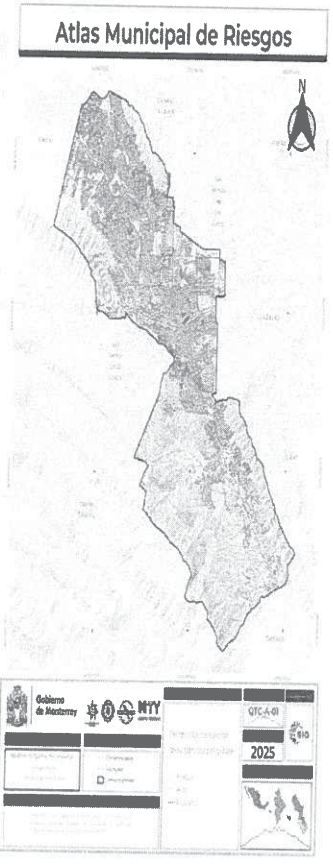
Imagen PQT-02-2. Matriz de peligro accidentes viales-almacenamiento de sustancias

Almacenamiento de sustancias	Accidentes viales 1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8
4	5	6	7	8	9
5	6	7	8	9	10

Fuente: Soluciones SIG.

Resultados

El mapa de índice de peligro por autotransporte de sustancias peligrosas revela una mayor concentración de vialidades bajo estas categorías de peligro en torno a la Delegación Centro y Poniente, siendo consistente con la distribución espacial de las zonas industriales y Comerciales más importantes del municipio de Monterrey. De acuerdo a las entrevistas que se tuvieron con el personal operativo y de estructura de la Dirección de Protección Civil del municipio, este modelo cartográfico es congruente con las zonas de incidencias que históricamente se han atendido en este rubro, permitiendo así validar que con el método empleado se obtuvo una aproximación a la realidad entorno a este fenómeno.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

231

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

14.3. Transporte por ductos

Introducción

Se entiende por ductos o tuberías de sustancias peligrosas a los sistemas de transporte y a los sistemas de distribución de hidrocarburos, así como a los ductos de transporten otras sustancias peligrosas. En estos sistemas se transportan sustancias en estado líquido o gaseoso, por ejemplo: gas natural, gas licuado de petróleo, amoniaco, petróleo crudo, combustóleo, entre otras.

El transporte por ductos o tuberías de sustancias peligrosas se realiza de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Energía (SENER), la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y de la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA). En el caso de Petróleos Mexicanos (PEMEX) se aplica adicionalmente normatividad propia.

Antecedentes

Tal y como lo remarca el Anexo 21 la Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, el transporte de hidrocarburos por medio de ductos debe de estar identificado por medio de colores para su seguridad dando cumplimiento a las Normas NRF- 009-PEMEX-2012, NRF-030-PEMEX-2009, NOM-003-SECRE-2011, NOM-EM-004-SECRE-2014 y NOM-026-STP-2008.

Asimismo, para determinar las distancias de seguridad con respecto al transporte de hidrocarburos por medio ductos se deben cumplir las siguientes condiciones:

Tabla PQT-03-1. Distancia de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos

48	250 m	200m	150m	150 m	100m 50m
36	250 m	200m	150m	150 m	100m 50m
30	250m	200m	150m	150m	100 m 50m
24	200m	150m	150m	100 m	100 m 50m
20	200m	150m	100 m	100 m	100 m 35 m
18	150m	100m	100 m	100 m	75m 35 m
16	150m	100m	100 m	75m	75m 35 m
14	150m	100 m	75m	75m	75m 35 m
12	150m	100 m	75 m	75m	75m 35 m
10	100m	75m	75 m	75m	50m 35 m
8	100m	75 m	75m	50 m	50m 35 m
6	75m	75 m	75m	50 m	35m 35 m
4	75m	50m	50m	35m	35m 35 m
3	50m	35m	35m	35m	35m 35 m
2	35 m	35m	35m	35m	35m 35 m

Fuente: https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5548790

Metodología

Lineamientos basados en la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Peligros y Riesgos de CENAPRED (2016), donde de acuerdo con la disponibilidad de información del municipio se generaron Escenarios de Riesgo y un Inventario de Accidentes por Almacenamiento de Sustancias Peligrosas.

Memoria de cálculo

En el caso particular del municipio Monterrey, se tiene identificado el trayecto del ducto de PEMEX en relación con hidrocarburos sin embargo no se cuenta con información como características de la tubería del ducto o sustancia que conduce.

Para la generación cartográfica de estas distancias se calcula por medio de "buffers" o "zonas de influencia" que delimitan perímetros a ciertas distancias alrededor del eje central del trayecto determinado. Se propone realizar la cartografía para los escenarios posibles conforme a la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (2016) del CENAPRED para transporte de Hidrocarburos y Gas Natural usando tres distancias de 50, 100 y 150 metros, caracterizándolas como peligro alto, medio y bajo, respectivamente.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

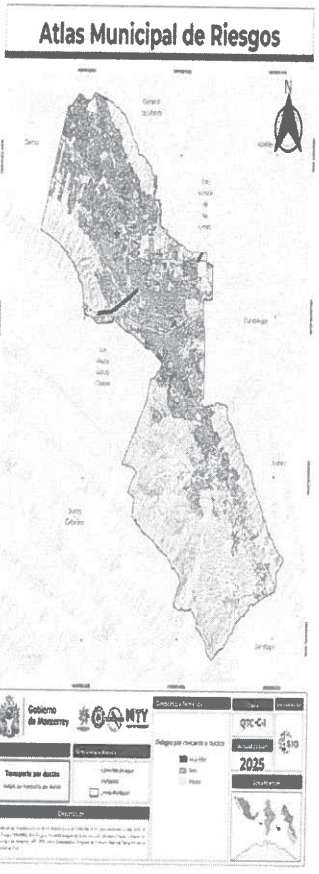
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Resultados

Se puede apreciar en el mapa generado, el trayecto de 2 secciones del ducto descrito. El de mayor longitud que pudo registrarse, se encuentra ubicado en la zona poniente del municipio, pasando por la zona industrial hacia la colindancia con el municipio de San Pedro Garza García. El segundo transecto de menor longitud se registró en la Delegación Centro del Municipio, colindante con la Zona Industrial cercana al municipio de San Nicolás de los Garza.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

14.4. Incendios forestales

Introducción

Los incendios forestales constituyen uno de los fenómenos ecológicos más recurrentes y de mayor impacto ambiental en el noreste de México. Se originan cuando el fuego se propaga sin control sobre combustibles vegetales naturales, pastizales, matorrales o bosques, provocando la pérdida de cobertura vegetal, erosión de suelos, afectaciones a la fauna silvestre y emisiones que deterioran la calidad del aire.

En el municipio de Monterrey, el relieve abrupto de la Sierra Madre Oriental, las pendientes pronunciadas, la vegetación xerófila y los periodos de sequía característicos del clima semiárido crean condiciones propicias para la propagación del fuego. Además, la expansión urbana hacia zonas periurbanas y de interfaz urbano-forestal, como La Huasteca, Chipinque o el Cerro del Topo Chico, incrementa la exposición de la población y la infraestructura a este tipo de eventos.

De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) la mayoría de los incendios en la región tienen origen antrópico, derivados de quemas agrícolas no controladas, fogatas recreativas, tiraderos clandestinos y actividades industriales. Sin embargo, factores naturales como altas temperaturas, baja humedad relativa y vientos intensos del sur y suroeste también favorecen su inicio y rápida propagación.

De acuerdo con la CONAFOR, las causas de los incendios forestales pueden clasificarse en cuatro grupos:

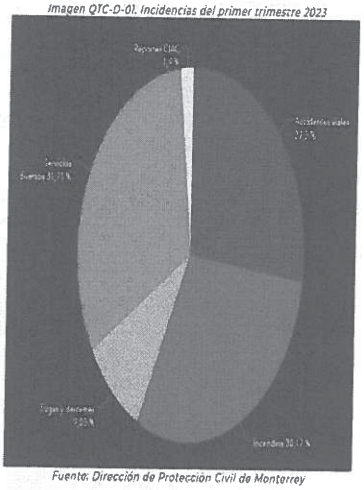
- Accidentales: ruptura de líneas eléctricas, accidentes viales o ferroviarios.
- Negligencias: fogatas, quema de basura o de pastizales no controladas.
- Intencionales: conflictos entre comunidades, tala ilegal o intereses particulares.
- Naturales: descargas eléctricas o erupciones volcánicas.

Las variables que más influyen en la propagación del fuego son la temperatura, la velocidad y dirección del viento, la humedad relativa y la composición de la vegetación, factores que determinan la intensidad y la velocidad de propagación de las llamas.

Antecedentes

Con base en la información proporcionada por la Dirección de Protección Civil de Monterrey, se determinó a los incendios estructurales y en terrenos baldíos al interior de la zona urbana, como el segundo fenómeno de mayor afectación en relación con la cantidad de servicios atendidos por parte de los cuerpos de respuesta, siendo superado únicamente por la atención de accidentes de carácter socio-organizativo.

Imagen QTC-D-01. Incidencias del primer trimestre 2023



Fuente: Dirección de Protección Civil de Monterrey

Se identificó en los anuarios estadísticos reportados en el capítulo de siniestralidad, que la atención de este tipo de fenómenos corresponde a casi la tercera parte del total de servicios reportados.

Actualmente la Dirección de Protección Civil de Monterrey, ha implementado un sistema digital para la gestión de emergencias, lo cual ha facilitado el análisis de datos y la generación de estudio de geo-inteligencia que permitan identificar patrones espaciales en torno a la manifestación de estos fenómenos de naturaleza humana.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Metodología

1. Insumos

a) Históricos: se integrarán los registros de incendios forestales reportados por CONAFOR coordenadas, extensión afectada, fecha y tipo de vegetación impactada.
b) Cobertura vegetal y uso de suelo: se empleará la capa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2022) para identificar las comunidades vegetales susceptibles.
c) Factores meteorológicos: dirección predominante del viento.

2. Análisis de datos

- Georreferenciar los puntos históricos de incendios.
- Analizar la frecuencia, severidad y extensión de los incendios por tipo de vegetación.
- Identificar zonas recurrentes o de mayor incidencia mediante herramientas análisis de proximidad.

3. Evaluación del peligro

- Integrar la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Combinar las capas de uso del suelo, vegetación, imagen satelital (Landsat 9) y registros históricos para generar un índice de peligro.
- Clasificar el riesgo en categorías: Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo, con base en la densidad de incendios, tipo de vegetación y condiciones topográficas.
- Validar las zonas críticas con datos de campo o reportes institucionales.

Tabla QTC-D-01. Ponderación y clasificación de variables.

Frecuencia histórica de incendios	Representa la recurrencia de incendios forestales dentro de cada unidad de cobertura, calculada a partir del número de eventos registrados entre 2015-2024 normalizado por área.	1 - 5	1 = Sin registros 2 = Frecuencia baja 3 = Media 4 = Alta 5 = Muy alta	0.4
Tipo de vegetación	Evalúa el potencial de combustible y facilidad de propagación del fuego de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal (Serie VII INEGI).	1 - 5	1 = Asentamientos humanos 2 = Agricultura 3 = Vegetación secundaria 4 = Bosques de encino o pino 5 = Matorrales / Pastizales	0.3
Condición actual de la vegetación	Indica el estado actual de la vegetación derivado del índice NBR de Landsat-9, donde valores bajos reflejan pérdida de vigor o afectación.	1 - 5	1 = Vegetación muy sana (NBR ≥ 0.292) 2 = Vegetación sana (0.2321–0.2924) 3 = Vegetación con leve estrés (0.1329–0.2321) 4 = Vegetación seca o afectada (0.0829–0.1329) 5 = Vegetación degradada o muy seca (≤ 0.0829)	0.3

Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., 2025.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen QTC-D-02. Índice NBR



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., 2025.

4. Representación cartográfica
   - Generar mapas temáticos del Peligro por Incendios Forestales escala municipal.
   - Emplear simbología cromática progresiva (rojo a verde) para la gradación de peligro.

Entre 2015 y 2024 se registraron 5 incendios forestales en Monterrey, afectando aproximadamente 15.7 ha en total, con una mayor concentración en los años 2022 y 2023, lo que confirma una tendencia reciente de reactivación del fenómeno asociada a condiciones de sequía prolongada.

Tabla QTC-D-02. Incendios registrados en Monterey (2015-2024)

2015	1	0.25
2022	1	7.37
2023	3	8.07

Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., con información de Sistema Nacional de Información Forestal, 2025.

Resultados

- La vulnerabilidad se definió a partir de la exposición de infraestructura y población a posibles incendios. Para esto se utilizaron:
  - Puntos de interés (escuelas, centros de salud, etc.)
  - Carreteras

Ambos elementos se les generaron buffers para representar su zona de influencia. Si un área no intersectaba ningún buffer, se le asignó el valor de 1.

Tabla QTC-D-03. Ponderación de la vulnerabilidad.

100 m	5	Vulnerabilidad muy alta.
300 m	3	Vulnerabilidad media
500 m	1	Vulnerabilidad baja

Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., 2025.

- Una vez obtenidos el peligro y la vulnerabilidad, se obtuvo el producto de ambos para generar el índice de riesgo.
- El riesgo se dividió en cinco categorías:

Tabla QTC-D-04. Ponderación del riesgo.

1	1-4	Muy Bajo
2	5-9	Bajo
3	10-14	Medio
4	15-19	Alto
5	20-25	Muy Alto

Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., 2025.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

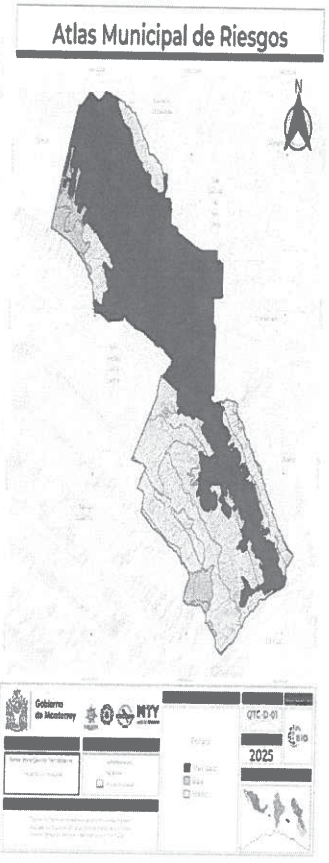
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Los resultados evidencian que las zonas con peligro Medio se localizan principalmente en las laderas sur y suroeste del municipio, dentro de los polígonos de matorral submontano, pastizales y vegetación secundaria, donde la topografía accidentada y la carga de combustible vegetal incrementan el riesgo de propagación. Las áreas clasificadas con Bajo y Muy Bajo se asocian principalmente a la mancha urbana.

El Mapa de Riesgo muestra que las zonas con valores Medio, Alto y Muy Alto se concentran principalmente en las laderas y áreas periurbanas del sur y suroeste del municipio, donde se combinan condiciones de vegetación seca, antecedentes de incendios y mayor presencia de infraestructura cercana. Estas áreas coinciden con zonas de transición entre la mancha urbana y los terrenos con mayor carga de combustible vegetal, lo que incrementa la susceptibilidad a daños en caso de incendio.

En contraste, gran parte de la zona centro y norte del municipio presenta riesgo Muy Bajo o Bajo, debido a la reducción de vegetación inflamable y la limitada exposición de sistemas críticos.

La rosa de los vientos elaborada con datos promedio de julio a septiembre muestra una predominancia de vientos provenientes del noreste hacia el suroeste, con velocidades promedio entre 13 y 20 km/h y máximas superiores a 30 km/h. Este patrón indica que, en caso de ocurrencia de incendios, el fuego tendería a propagarse hacia las zonas suroeste y sur del municipio, reforzando la identificación de las áreas de mayor peligro y riesgo en el modelo. Cabe señalar que el comportamiento y análisis detallado de los vientos se desarrolla con mayor amplitud en el apartado correspondiente a Vientos Fuertes, donde se profundiza en su dinámica local y patrones estacionales.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

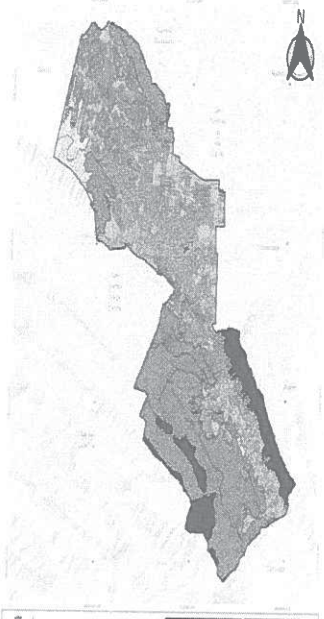
237

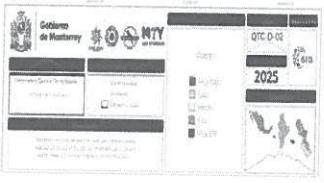
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





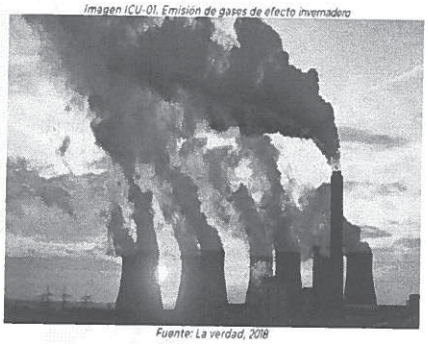
14.5. Islas de calor

Introducción

El cambio climático local se ha presentado en diversos lugares del mundo, poniendo en peligro a los ecosistemas y la vida en el planeta. Son diversas las causas que contribuyen a este problema como:

- Cambios de uso de suelo
- Tala inmoderada de bosques
- Emisión de gases de efecto invernadero
- Uso de aerosoles
- Uso de Combustibles fósiles
- Uso de vehículos

Imagen ICU-01. Emisión de gases de efecto invernadero



Fuente: La verdad, 2018

Efectos del Cambio Climático:

- Tormentas intensas
- Aumento de Sequías
- Aumento en el nivel del océano y calentamiento del agua
- Desaparición de especies
- Daños a la salud
- Aumento en las temperaturas

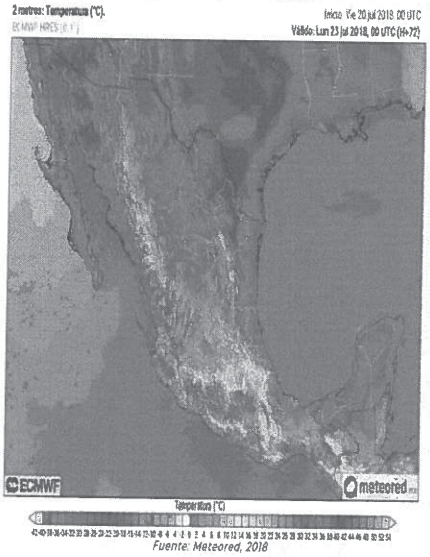
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

El aumento de la temperatura superficial se asocia a la elevada concentración de gases de efecto invernadero, cambios de uso de suelo, disminución de la vegetación.

Imagen ICU-02. Temperaturas Máximas



Fuente: Meteored, 2018

Un fenómeno que actualmente se está presentando en las grandes ciudades y es asociado al cambio climático local son las Islas de Calor, ya que hoy en día, la expansión de la mancha urbana se ha intensificado, lo que ha favorecido a la generación de diversos problemas ambientales. Las islas de calor urbanas son descritas como aquellas áreas que suelen presentar un aumento en la temperatura superficial terrestre a diferencia de zonas urbanas

Hoy en día, la expansión de la mancha urbana se ha presentado principalmente en las grandes ciudades, lo que ha favorecido a la generación de diversos problemas ambientales. Uno de ellos son las islas de calor urbanas, este término es utilizado para describir aquellas áreas que suelen presentar un aumento en la temperatura superficial terrestre a diferencia de zonas urbanas en crecimiento o zonas rurales que se localizan en las periferias, esto debido a que aumentan las zonas desprovistas de vegetación.

Este aumento en la temperatura superficial se genera principalmente por el tipo de material empleado en las construcciones, como el concreto y las estructuras metálicas, ya que, este tipo de materiales absorben y retienen una mayor cantidad de radiación solar durante el día (Soltani & Sharifi 2017). El crecimiento poblacional tiene como consecuencia la disminución de áreas verdes que permiten el regulación de la temperatura, esto debido a que se crean nuevas vialidades, viviendas y edificios que por el uso de materiales como el asfalto y hormigón disminuyen el albedo el cual se define como la cantidad de radiación solar reflejada por las superficies urbanas.

Existen dos tipos de islas de calor urbanas:

1. La primera es la denominada isla de calor superficial, que se define como la diferencia de temperatura registrada en los distintos materiales y superficies urbanas como el pavimento y las azoteas de los edificios con respecto a las superficies rurales que rodean la ciudad.
2. La isla de calor atmosférica, que determina las diferencias térmicas entre el aire de las zonas urbanas y rurales (Fernández 2009).

Imagen ICU-03. Monterrey, Nuevo León



Fuente: Jorge Aguilar/Getty Images/iStockphoto), 2020.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Antecedentes

Este fenómeno climático afecta a las grandes ciudades a nivel mundial, y México no es la excepción, donde se han realizado diversos estudios en sus principales urbes. Las afectaciones son más severas durante el verano, provocando eventos como los "golpes de calor", que pueden incluso llevar a la pérdida de vidas.

En 2022, se reportaron problemas de salud relacionados con golpes de calor en seis estados del país. En algunas regiones, las temperaturas alcanzaron hasta los 40 grados centígrados. Se registraron 249 casos, principalmente en los estados de Coahuila, Tabasco, Sonora, Baja California y Tamaulipas.

Los principales síntomas de un golpe de calor incluyen mareo, enrojecimiento y sequedad en la piel, fiebre, aceleración del ritmo cardiaco y dolor de cabeza. Inicialmente, se observa una sudoración excesiva que, en etapas avanzadas, puede cesar.

De acuerdo con la Secretaría de Salud (SSa), hasta el 20 de julio de 2022 se contabilizaron 810 casos de golpes de calor, deshidratación y quemaduras, mientras que en 2021 se reportaron cifras similares en el mismo período, junto con 9 decesos.

El impacto de las altas temperaturas no solo afecta la salud, sino también la economía. Los trabajadores que realizan actividades al aire libre son particularmente vulnerables, y el consumo de energía eléctrica se incrementa debido al uso intensivo de aire acondicionado en hogares y oficinas. Además, el uso de automóviles con aire acondicionado aumenta el consumo de gasolina, lo que contribuye a una mayor contaminación atmosférica.

Nuevo León es uno de los estados más afectados por las altas temperaturas. En Monterrey, se ha creado la Oficina de Calor Extremo, gestionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sostenible. Esta oficina, inaugurada por el alcalde Colosio Riojas, tiene como objetivo mitigar los riesgos asociados al calor y fomentar la investigación y el análisis del fenómeno.

Dado que Monterrey es una de las ciudades más importantes de México, la implementación de este tipo de medidas y estudios será crucial para entender mejor el comportamiento del calor extremo y tomar acciones efectivas para reducir sus impactos.

Las islas de calor son un tema poco estudiado, pero que tiene grandes afectaciones es por ello que el tema de islas de calor debe ser abordado en los Atlas de Riesgos ya que como se describe anteriormente afecta a la salud y la economía de las ciudades.

Esta sería la primera vez que es abordado este tema en un Atlas de Riesgos.

Imagen ICU-04. Oficina de calor de Monterrey



Fuente: L. Ballesteros, 2022.

Metodología

Como ya se ha mencionado el tema ha sido muy poco estudiado y en algunos análisis que se han hecho, han sido mediante datos de las estaciones meteorológicas donde se analizan datos de la sensación térmica de las personas. Aunque existe una controversia ya que las estaciones de monitoreo suelen tener una cobertura corta de la superficie urbana. Además de que se requiere de un mayor número de estaciones localizadas en la zona de estudio, sumado a esto que las temperaturas que se reportan difieren de la que la población llega a percibir.

Esto es por la sensación térmica que como se menciona al inicio es generada por los materiales de construcción.

Es por ello, que para este estudio se utilizaron imágenes satelitales Landsat, realizando un histórico de 30 años donde se observa el comportamiento que ha tenido la temperatura de superficie

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

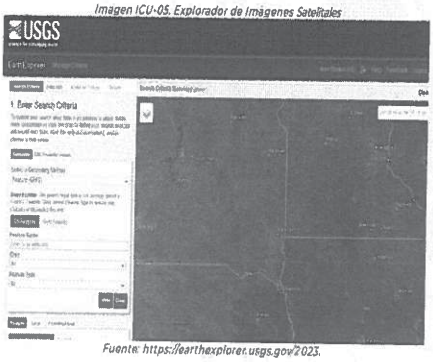
Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Memoria de Calculo

El presente estudio se realizó con percepción remota, donde se analizaron imágenes satelitales de 30 años de Landsat 5, 7 y 8, las cuales nos proporcionan información de la temperatura superficial obtenida de los satelites.

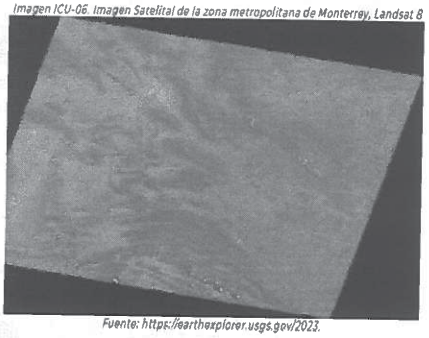
Se identifican primero con datos de las estaciones meteorológicas los meses con las temperaturas más altas para poder estimar cual es el mes más cálido y analizar datos para ese mes. Posteriormente se realiza una serie de cálculos para obtener la temperatura de superficie de las bandas.

Imagen ICU-05. Explorador de Imágenes Satelitales



Fuente: https://earthexplorer.usgs.gov/2023.

Imagen ICU-06. Imagen Satelital de la zona metropolitana de Monterrey, Landsat 8



Fuente: https://earthexplorer.usgs.gov/2023.

Resultados

El análisis espacial para los años 1998, 2009 y 2022 muestra el contraste de temperaturas en diferentes zonas del municipio, se observa cómo se han aumentado las temperaturas en las zonas urbanas y a su vez estas se van extendiendo hacia las montañas donde actualmente ha crecido la mancha urbana. Debemos tomar en cuenta que la resolución temporal que tienen las imágenes al realizar este tipo de análisis.

En cuanto a el análisis de la vegetación se observa que se ha modificado el uso de suelo principalmente en el Noroeste del municipio generando zonas desprovistas de vegetación e incrementando zonas de habitación lo cual genera una mayor acumulación de calor ya que hay mayor absorción debido a los materiales de construcción.

Monterrey carece de vegetación por lo que la sensación térmica es muy alta, por ello que este tipo de estudios contribuirán para generar planes de mitigación como el que esta vigente actualmente de los corredores verdes.

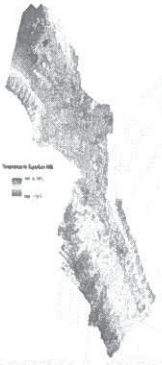
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

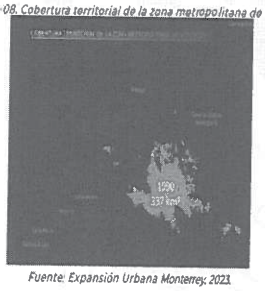
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen ICU -07. Temperatura de superficie en 1998



Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V.,2023.

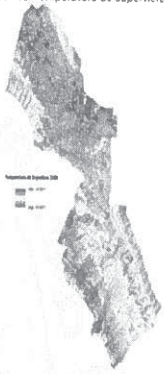
Imagen ICU -08. Cobertura territorial de la zona metropolitana de Monterrey,1990



Fuente: Expansión Urbana Monterrey, 2023.

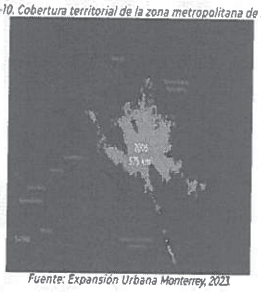
Se observa en el mapa que aparece en la zona superior que las zonas con mayor temperatura de superficie para el año 1998, van de los 41 a los 42 grados Celsius las cuales se localizan en la zona Norte del Municipio, haciendo referencia a la imagen que aparece del lado derecho donde se muestra como se ha ido expandiendo la mancha urbana y se observa que para el año 1990 la concentración de la población se localizaba en la zona norte por lo que es coincidente con las zonas con las temperaturas de superficie más alta.

Imagen ICU -09. Temperatura de superficie en 2005



Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V. 2023.

Imagen ICU -10. Cobertura territorial de la zona metropolitana de Monterrey,2005



Fuente: Expansión Urbana Monterrey, 2023.

Para 2005 la población comenzó a extenderse hacia la zona sur, como se observa en la imagen anterior, si lo comparamos con el mapa de lado izquierdo se observa cómo se incrementan las zonas con mayor temperatura hacia el sur, con temperaturas que llegan hasta los 40° C, si comparamos el año 2009 con el de 199 se visualiza que para 1998 las temperaturas llegaban a los 43 y a diferencia de 2009 con 40, sin embargo, para 2009 aumentaron las zonas con mayor temperatura.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen ICU 11. Temperatura de superficie en 2022



Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V.,2023.

Imagen ICU 12. Cobertura territorial de la zona metropolitana de Monterrey,2005

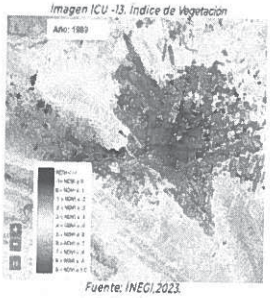


Fuente: Expansión Urbana Monterrey, 2023.

Para el año 2019 el área urbana se extendió hacia diferentes zonas, en su gran mayoría se extendió hacia la zona sur, también hubo una alta concentración en la zona centro, así mismo se incrementó hacia el oeste.

Esto tiene como consecuencia el cambio de uso de suelo, lo cual incrementa las zonas desprovistas de vegetación que se transforman a zonas con infraestructura urbana y el tipo de materiales con los que son construidos generan el aumento de la absorción de la energía solar y por lo tanto el aumento de las temperaturas en las zonas que ya se menciono.

Imagen ICU -13. Índice de Vegetación



Fuente: INEGI,2023.

La imagen anterior muestra el comportamiento del índice de vegetación para el año 1998, se observa la zona centro de Monterrey, así como la zona Norte con áreas desprovistas de vegetación esto debido a que la concentración de la población para este año se localiza en esta zona centro y norte de Monterrey.

Imagen ICU 14, Zona Metropolitana de Monterrey



Fuente: Centli,/2023.

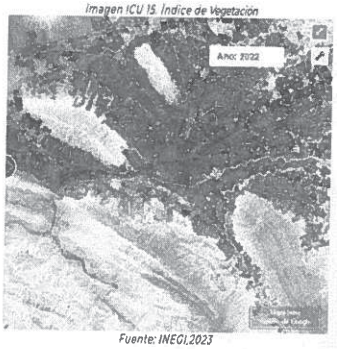
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen ICU 15. Índice de Vegetación



Fuente: INEGI,2023

Para el a el año 2025 la mancha urbana ha tenido un importante crecimiento hacia el oeste y la zona sur por lo que las zonas desprovistas de vegetación se han incrementado como se puede observar en la siguiente imagen.

Imagen ICU 16. Zona Metropolitana de Monterrey



Fuente: Culture Trip,20.

15. FENÓMENOS SANITARIO-ECOLÓGICOS

15.1. Contaminación del agua

Introducción

La calidad del agua constituye un elemento fundamental para la salud pública, el desarrollo socioeconómico y el equilibrio ambiental de un territorio. En el contexto de la gestión integral del riesgo, el análisis de la calidad del agua permite identificar fuentes potenciales de contaminación, evaluar el estado de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, y determinar su vulnerabilidad ante fenómenos naturales o actividades antropogénicas. Este apartado presenta un diagnóstico general de la calidad del agua en el municipio, considerando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, así como las presiones derivadas de descargas urbanas, industriales, agropecuarias y condiciones naturales del entorno.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), establece para todo el territorio mexicano la calidad del agua tanto superficial como subterránea, realizando periódicamente estudios de la calidad de agua para cada uno de los puntos preestablecidos por entidad. El análisis del agua subterránea para el municipio consideró 15 parámetros:

- Alcalinidad,
- Conductividad
- Sólidos Totales Disueltos (STD) riego agrícola
- Sólidos Totales Disueltos (STD) salinización
- Fluoruros
- Dureza
- Coliformes fecales (subterránea)
- Nitrógeno de nitratos
- Arsénico
- Cadmio
- Cromo
- Mercurio
- Plomo
- Manganeso
- Hierro

Por otro lado, el análisis de agua superficial considero 8 parámetros:

- Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO)

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

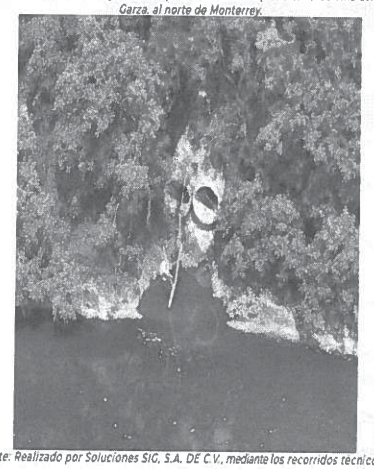
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- Coliformes fecales (superficial)
- Escherichia Coli
- Oxigeno disuelto %
- Toxicidad Vibrio fisheri, 15 min
- Toxicidad Daphina magna, 48hrs

Antecedentes

De acuerdo con la Subdirección General Técnica de la Gerencia de Calidad de agua en el Organismo de Cuenca de Río Bravo. El Río Pesquería presenta altos índices de contaminación sobre su cauce. Mas específicamente desde Apodaca hasta García, pasando por Monterrey. Entre los parámetros que presentan contaminación, revisados por el Organismo, se destaca la presencia de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Fecales y Escherichia Coli. Esto como resultado de los vertederos de basura o drenaje que desembocan en el río.

Imagen SEC-A-01. Descarga de drenaje hacia el Río Pesquería en la Colonia Lorenzo Garza, al norte de Monterrey.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

Imagen SEC-A-02. Residuos sólidos sobre la ribera del Río Pesquería.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

Según con notas periodísticas de Enfoque (2025), decenas de peces aparecieron muertos en el Lago Pato, ubicado al norponiente de Monterrey, tras una presunta contaminación de agua atribuida a una fuga en el sistema de drenaje sanitario.

De acuerdo con los habitantes de la zona, el entorno presentó un olor fétido y una coloración anormal en el agua.

Imagen SEC-A-03. Contaminación en lago al norponiente de Monterrey.



Fuente: Enfoque Monterrey (2025).

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Por otra parte, durante los recorridos de campo se observó que varios ductos superficiales de agua presentaban acumulaciones significativas de basura. Un ejemplo es la colonia La Estanzuela, donde se registran inundaciones recurrentes debido a la obstrucción del drenaje por residuos sólidos. Estas aguas, cargadas de desechos, terminan desembocando en el Río La Silla, contribuyendo a su contaminación. Situaciones similares se identificaron en otros cuerpos de agua superficiales que actúan como receptores.

Imagen SEC-A-04. Residuos sólidos en contacto directo con drenaje superficial en la calle Esquisto en la colonia San Bernabé.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

Imagen SEC-A-05. Altura máxima del agua debido a inundación por obstrucción de drenaje en la colonia La Estanzuela.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

Metodología

La Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas de Riesgos indica que para llevar a cabo el análisis de este fenómeno se debe de consultar el Anexo 23, el cual menciona que se tiene que identificar los cuerpos de agua del territorio, ya sean lénticos o lóticos, revisar los puntos de descargas de contaminantes, así como identificar las fuentes de origen de estos mismos, llevar a cabo pruebas de laboratorio y así estimar el nivel de contaminantes que en ellos se encuentra.

Con base en la catalogación que maneja CONAGUA, que marca con color verde cuando los sitios cumplen los límites aceptables de calidad del agua a nivel superficial para los 8 parámetros analizados, con color amarillo cuando se presenta incumplimiento en uno o varios de los siguientes indicadores: E_COLI, CF, SST Y OD% y con color rojo representando incumplimiento en uno o varios de los siguientes indicadores: DBO5, DQO, TOX y ENTEROC, se llevará a cabo una metodología para el presente Atlas que incluya esta simbología determinada y adecuada con base en los registros de la misma institución así como lo que se observó en campo y la información que presentaron las autoridades de Servicios Urbanos del municipio, ya que en la última actualización de la base de datos de calidad de agua emitida por CONAGUA (correspondiente al mes de octubre de 2022), algunos de los afluentes y Ríos principales del municipio ya no cuentan con análisis.

Memoria de cálculo

Se llevó a cabo la revisión de cuerpos de agua contaminados bajo los lineamientos y catalogación de CONAGUA, en la cual, únicamente se obtuvo resultado del Arroyo Elizondo, ya que el Topo Chico y Río Santa Catarina ya no se encuentran en su base de datos.

Se realizó trabajo de campo para visitar los distintos ríos y arroyos que en el catálogo de CONAGUA ya no aparecen, para poder comprobar el estado en el que se encuentran.

A través de notas periodísticas, reportes ciudadanos e información brindada por el personal de Protección Civil de Monterrey, fue que se pudieron establecer puntos de incidencias de contaminantes directos que fueron georreferenciados en el software de ArcGIS para la modelación de los cuerpos de agua contaminados y su tipo de contaminante.

Resultados

De acuerdo con el semáforo establecido por CONAGUA, el cuerpo de agua que se mantiene monitoreado y que se ubica en el mapa, es el correspondiente al Arroyo Elizondo, arrojando los siguientes resultados de los indicadores de calidad de agua:

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla SEC-A-01. Indicadores de calidad de agua de Arroyo Elizondo

DBO	Buena calidad
DQO	Excelente
SST	Excelente
Coliformes Fecales	ND
E. Coli	ND
OD	Buena calidad
TOX	No tóxico

Fuente: CONAGUA, 2022.

Sin embargo, cabe mencionar que, tras las visitas de campo, se pudo corroborar el estado en el que se encuentra tanto el Arroyo Topo Chico, el Río Pesquería, así como el Río Santa Catarina, tomando puntos georreferenciados, así como evidencias fotográficas de los agentes que están siendo fuentes contaminantes.

Calidad del agua

La CONAGUA clasifica los mismos de acuerdo con el cumplimiento o incumplimiento de parámetros específicos, como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla SEC-A-02. Clasificación de la calidad del agua.

●	Cumple con Fluoruros, Coliformes Fecales, NNO_3, As, Cd, Cr, Hg, Pb, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, STD Riego Agrícola, STD Salinización, MN y FE.	Cumple con los 8 parámetros DBO_TOT, DQO_TOT, SST, COLI_FEC, E. COLI, OD_%, TOX_D_48_UT y TOX_V_15_UT.
	Incumple con Alcalinidad, Conductividad, Dureza, SDT_RA, SDT Salinización, MN y/o FE.	Incumple con alguno de los siguientes parámetros SST, COLI_FEC y/o E. COLI, OD_%
●	Incumple con Fluoruros, Coliformes fecales, HNO_3, As, Cd, Cr, Hg y/o Pb.	Incumple con alguno de los siguientes parámetros DBO_TOT, DQO_TOT, TOX_D_48_UT y/o TOX_V_15_UT.

Fuente: SINAV 30 CONAGUA.

Con respecto a la calidad del agua subterránea, el municipio cuenta con 39 puntos de muestreo de calidad, de los cuales solo 3 muestreos incumplen con alguno o algunos de los parámetros establecidos en el indicador rojo.

Estos 3 muestreos se realizaron sobre el mismo punto, pero en diferentes periodos dentro del rango de años 2012-2022.

Tabla SEC-A-02. Muestreos de agua subterránea que incumplen los límites permisibles.

Pozo Hospital Civil II (Rotonda) Mitras Monterrey	364 823.829	2 841 778.965	Rojo	Plomo	1.1657	0.01
				Manganeso	37.3012	0.15
			Rojo	Plomo	1.1657	0.01
			Rojo	Plomo	3.8701	0.01

Fuente: Elaborado con información de SINAV 30 CONAGUA y NOM-127-SSA1-2021.

El límite permisible para los metales mencionados en la tabla SEC-A-02 están basados en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021. Agua Para Uso y Consumo Humano. Límites Permisibles de la Calidad del Agua.

Para el caso de la calidad del agua lótica (ríos, riachuelos, manantiales y arroyos), el municipio cuenta con 16 puntos de muestreo de calidad, de los cuales solo 2 muestreos incumplen con algunos de los parámetros establecidos en el indicador amarillo.

Estos 2 muestreos se realizaron en dos puntos distintos dentro del periodo 2012-2022 como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla SEC-A-03. Muestreos de agua lótica que incumplen los límites permisibles.

Río Santa Catarina 300 m aguas debajo de la Clínica 33	370168.951	2839722.559	Amarillo	Coliformes Fecales	1918	<11
				Oxígeno Disuelto %	102.1	-
Mederos	373296.023	2831613.545	Amarillo	Coliformes Fecales	17329	<11
				Escherichia Coli	1553.1	<11

Fuente: Elaborado con información de SINAV 30 CONAGUA y NOM-127-SSA1-2021.

Cabe destacar que estos dos puntos de muestreo son los sitios donde históricamente se han realizado los análisis de agua. No obstante, presentan variaciones en su calidad: en ciertos periodos muestran problemas de contaminación y en otros se mantienen dentro de los parámetros permisibles.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imágenes SEC-A-05. Drenaje vencido sobre Av. Cabezada 9666-9638, San Bernabé XII Sector, 64105 Monterrey, N.L. que escurre en afluente del Río Topo Chico



Fuente: Fotografías tomadas por Soluciones SIG, el 6 de marzo de 2023.

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Con respecto a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), CONAGUA no reporta la existencia de estas dentro del municipio, sin embargo, sí sobre toda el área metropolitana, las cuales son administradas por el Sistema de Agua y Drenaje de Monterrey.
De estas PTAR, las cuatro principales son:

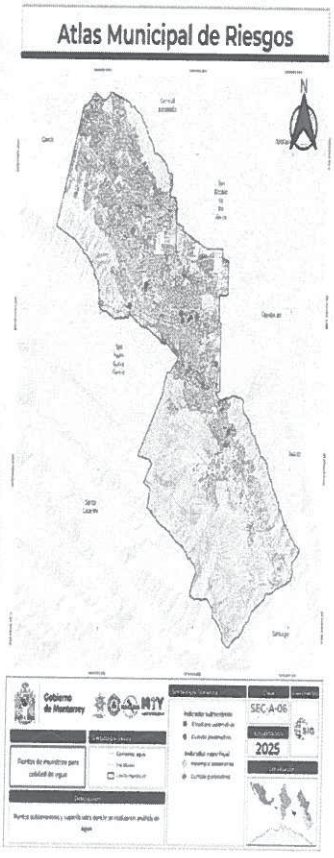
Tabla SEC-A-04. PTAR en el Área Metropolitana de Monterrey.

Planta Dulces Nombres	Pesquería	7500	6642	88.56
Norte	General Escobedo	4000	2189	54.72
Noreste	Apodaca	1875	1156	61.65
Santa Rosa	Apodaca	200	153.66	76.83

Fuente: SINAV 30 CONAGUA.

Todo el proceso de estas PTAR es de lodos activados, que de acuerdo con CBR Ingeniería (2020), es un tipo de proceso biológico aeróbico que se utiliza en tratamiento de aguas residuales para depurar todos los microorganismos de origen natural que se encuentran en el efluente contaminado. En este preceso se utilizan microorganismos como bacterias, algas, hongos, protozoos y nematodos para que reduzcan al mínimo el tamaño de otros materiales orgánicos y convertirlos en formas inorgánicas.

Por otro lado, existen aproximadamente 8 PTAR dentro del municipio que son dentro del sector privado, por lo que no se tomaron en cuenta ya que no se tiene información disponible al respecto.



Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

15.2. Contaminación del suelo

Introducción

El suelo es un recurso finito, lo cual significa que su pérdida y degradación no se puede recuperar en el transcurso de una vida humana. Los alimentos que consumimos, el agua que bebemos, el aire que respiramos, a nuestra salud y la de todos los organismos del planeta se ven profundamente afectados cuando el suelo no se encuentra en buena salud, ya que sin suelos sanos no se podrían producir nuestros alimentos (FAO, 2018).

Los suelos sanos son la clave para la seguridad alimentaria y para un futuro sostenible. Ayudan a mantener la producción de alimentos, mitigar y adaptarse al cambio climático, filtrar el agua, mejorar la resiliencia ante inundaciones y sequías, entre otras.

La contaminación del suelo provoca una reacción en cadena. Altera la biodiversidad del suelo, reduciendo la materia orgánica que contiene y su capacidad para actuar como filtro. A través de esto también se contamina el agua almacenada en el suelo y el agua subterránea, provocando un desequilibrio de sus nutrientes. Algunos de los contaminantes del suelo más comunes se encuentran los metales pesados, los contaminantes orgánicos persistentes y los contaminantes emergentes, como los productos farmacéuticos y los destinados al cuidado personal (FAO, 2018).

A nivel mundial, un tercio de la totalidad de los suelos están moderadamente o muy degradados debido a la erosión, la pérdida de carbono orgánico, la salinización, compactación, acidificación y la contaminación química. Para que pueda formar una capa con un grosor de 1 cm que sea apta para su trabajo y aprovechamiento en el arado, se necesitan 1,000 años para que sea formado, lo que significa que nosotros no podremos producir más suelo en el transcurso de nuestras vidas (FAO, 2018).

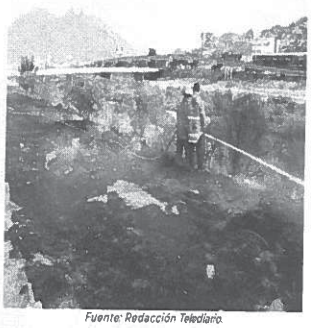
Dado que el suelo constituye la base de la producción de alimentos, la estabilidad de los ecosistemas y el desarrollo de la humanidad, su protección, manejo adecuado y conservación son fundamentales para reducir riesgos ambientales y garantizar la sostenibilidad de las futuras generaciones.

Antecedentes

La intensa actividad industrial que se presenta dentro de la Zona Metropolitana de Monterrey no solamente tiene influencia directa sobre la calidad del aire y agua sino, además, tiene severas repercusiones sobre el suelo. Estas actividades, si no se llevan a cabo con las medidas adecuadas de manejo de residuos, así como un mantenimiento periódico de sus instalaciones, pueden generar fugas en depósitos y tuberías soterradas, ocasionando severos daños a tan importante recurso natural.

A estas fuentes contaminantes también se debe de sumar la deforestación urbana en el municipio y en sus zonas aledañas. De acuerdo con los estándares de disponibilidad de áreas verdes por habitante de la OMS, en Monterrey deberían de existir 2,500 hectáreas de áreas verdes y el número está debajo de 500 hectáreas actualmente. Se tiene que sumar a esta pérdida forestal los crecientes incendios que aquejan al municipio en distintas zonas, lo cual también es derivado de la mala gestión de estas zonas ya que no se tienen las medidas de limpieza adecuadas y se originan con más facilidad los incendios.

Imagen SEC-B-01 Dejan basura en las calles de Monterrey



Fuente: Redacción Telediario.

En 2015, de acuerdo con un estudio realizado por Orta S. et al. (2015), se analizaron 50 muestras de suelo superficial del Área Metropolitana de Monterrey para evaluar la presencia de contaminantes orgánicos persistentes (PBDEs, PCBs, DDT/DDE) y metales pesados (arsénico, cadmio y plomo). Estos resultados mostraron que 100% de las muestras contenían DDE, mientras que los niveles de PBDEs y PCBs variaron según la cercanía a zonas industriales como acereras, cementeras, subestaciones eléctricas y ferroviarias. El PBDE 47 fue el congener dominante, y los niveles de PCBs fueron más altos que los reportados en estudios internacionales urbanos y rurales, aunque permanecieron por debajo de los límites de la NOM-133.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Respecto a metales pesados, el hallazgo más relevante fue que el plomo alcanzó una concentración promedio de 455 mg/kg, superando el límite permitido para suelos agrícolas/residenciales según la NOM-147, especialmente en zonas con intensa actividad vehicular o industrial.

Por otra parte, en octubre de 2025, las autoridades detectaron un mega basurero clandestino en Río Pesquería. De acuerdo con el titular de la de Secretaría de Medio Ambiente Estatal, Raúl Lozano Caballero, se realizaron intervenciones en más de siete kilómetros del Río Pesquería, en donde se detectaron tiraderos clandestinos que tienen mas de 50 años.

Imagen SEC-B-02 Tiradero de basura en Río Pesquería.



Fuente: Reporte Indigo (2025).

Metodología

Para abordar el siguiente apartado, se tomó en consideración el Anexo 23 de la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas de Riesgos en el cual se establece que se deben de revisar los inventarios de pasivos ambientales y sitios contaminados que maneja la autoridad ambiental federal de SEMARNAT y la PROFEPA, así como las correspondientes autoridades ambientales estatales y municipales.

Por su parte, la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) de la SEMARNAT realizó un levantamiento de campo en todas las entidades federativas, entre el año 2006 y 2011, obteniendo información de sitios contaminados con materiales o residuos peligrosos, llegando al resultado de un total de registros para ese periodo de 21 sitios contaminados, sin embargo, se han incorporado sitios contaminados de los que la SEMARNAT tiene conocimiento a través de la gestión de trámites que se realizan ante dicha Dirección y ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA). A abril de 2021, se identificaron 1,025 sitios contaminados en el país.

Por lo anterior, se consultaron los listados siguientes publicados por la SEMARNAT:

- Sitios contaminados considerados pasivos ambientales en actividades competencia de la ASEA.
- Sitios contaminados remediados según tipo de contaminante, competencia de la ASEA
- Sitios contaminados remediados según causas de contaminación, competencia de la ASEA.
- Sitios contaminados remediados según responsable, competencia de la ASEA.

No obstante, el Inventario Nacional de Sitios Contaminados no ha sido publicado por esta dependencia, por lo que se desconoce la ubicación de los sitios contaminados, se procede a manejar únicamente los datos relacionados con el municipio de Monterrey.

Memoria de cálculo

Al tomar en cuenta lo establecido en el Anexo 23 de la Guía de contenido mínimo para la elaboración de Atlas de Riesgos, se revisó el Inventario Nacional de Sitios Contaminados, además de revisar notas de periódicos y noticias acerca de este tema para encontrar puntos de incidencias que fueran de ayuda para el análisis e identificación de más sitios que presentaran esta problemática.

La Dirección General de Gestión Integral de Materiales (DGGIMAR), así como la Dirección General de Planeación, Evaluación y Estadística Ambiental (DGPEEA), a través del Geoportal de SEMANART, contienen un inventario de sitios que han presentado contaminación de suelo, así como su remediación en caso de que haya sido remediado el sitio o siga en proceso de remediación.

Para el caso de Monterrey, se tiene reporte de 3 sitios contaminados que no han sido remediados, así como otros 5 sitios contaminados que ya han sido remediados o siguen en proceso de remediación como se muestra en la siguiente tabla:

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla SEC-B-01. Sitios que han presentado contaminación de suelo.

2023	Pasivo Ambiental	Avenida Alfonso Reyes No. 1627, C.P. 64008, Colonia Obrerista	Derrames y/o fugas	Metales, metaloides	5353.18	7377.54	-
-2010	Pasivo Ambiental	José María Vigil No. 400, colonia del Norte	Derrames y/o fugas	Metales, metaloides	2	4	-
2022	Pasivo Ambiental	Calle Ruiz Cortines No. 233 poniente, colonia Pedro Lozano	Derrames y/o fugas	Metales, metaloides	630.07	518.99	-
-	-	Avenida Eugenio Garza Sada No. 3431 sur, colonia Arroyo Seco, C.P. 64740	-	Metales, metaloides	-	-	En proceso de remediación.
-	-	Avenida Eugenio Garza Sada No. 3431, colonia Arroyo Seco	-	Hidrocarburos, metales	-	-	En proceso de remediación.
2015	Pasivo ambiental	Avenida Francisco I. Madero No. 3502 oriente, colonia Acero	Derrames y/o fugas	Metales, metaloides	-	-	Proceso de remediación por Co-procesamiento Térmico finalizado en 2015.
-	-	Prolongación Francisco Madero, No. 4695 Oriente, C.P. 64990	-	Metales, metaloides	-	-	En proceso de remediación.
		Av. Churubusco No. 3900, colonia Industrial Benito Juárez, C.P. 64571		Metales, metaloides			En proceso de remediación.

Fuente: DGCIMAR y DGPEEA 2025.

Dado que el municipio presenta un marcado carácter urbano, se puso especial atención en la localización de tiraderos clandestinos, ya que estos espacios suelen albergar fauna nociva, generar malos olores y acumular diversos tipos de residuos. Durante los recorridos de campo también se corroboraron sitios sin cobertura de drenaje, los cuales representan fuentes directas de contaminación del suelo debido al vertimiento de aguas residuales.

Al ser un municipio urbano en su gran mayoría, se buscaron sitios que fueran utilizados como tiraderos clandestinos, ya que estos sitios tienden a albergar fauna nociva y malos olores por los distintos residuos que ahí se vierten. En campo se corroboraron sitios sin cobertura de drenaje que fueran fuente de contaminación directa al suelo con aguas residuales.

Asimismo, el Estado de Nuevo León cuenta con 13 rellenos sanitarios que les brindan servicio a 28 municipios y se encarga del manejo de poco más de 85% del total de residuos generados en la entidad. Estos residuos son gestionados a través del Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE) mediante el Programa "Manejo Integral de Residuos (Residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial)", donde brinda los servicios de:

- Captación de llantas de desecho
- Confinamiento de basura- Para municipios
- Confinamiento de basura- Previa autorización
- Confinamiento de basura no peligrosa de hospitales
- Confinamiento de basura, escombro o cárnicos- autorización única de residuos
- Confinamiento de cárnicos
- Confinamiento de residuos industriales no peligrosos
- Destrucciones fiscales
- Venta de llantas de desecho
- Venta de materiales reciclados

Teniendo como resultados las siguientes cifras en toneladas de recolección de residuos dentro de su relleno sanitario metropolitano ubicado en Salinas Victoria, para los municipios correspondientes a la zona metropolitana de Monterrey para el año 2020:

Tabla SEC-B-02 Cifras en toneladas de recolección de residuos

6	Apodaca	696,464	234,990	0.381
21	General Escobedo	481,213	152,051	0.866
26	Guadalupe	643,143	220,241	0.938
39	Monterrey	1'142,994	478,767	1.148
46	San Nicolás de los Garza	472,199	171,678	1.141
19	San Pedro Garza García	132,169	54,335	1.126
48	Catarina	306,322	94,038	0.841

Fuente: Programa Manejo Integral de Residuos (Residuos Sólidos Urbanos y de Residuos de Manejo Especial) de SIMEPRODE.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Resultados

Se realizaron vuelos de dron sobre los cauces de los ríos principales, en los cuales se identificó una alta presencia de residuos sólidos, particularmente en el río Pesquería. Este cuerpo de agua se encuentra doblemente afectado: por un lado, por las descargas de aguas residuales, como se detalla en el capítulo de contaminación del agua y, por otro, por la acumulación de desechos sólidos que se depositan de manera irregular a lo largo de su recorrido.

La inadecuada disposición final de los residuos sólidos no solo incrementa la contaminación del suelo, sino que además genera impactos en múltiples sectores. Entre las principales consecuencias se encuentran: obstrucción de coladeras que derivan en inundaciones, afectación a la calidad del agua por infiltración de lixiviados, proliferación de fauna nociva y degradación progresiva de ecosistemas urbanos y periurbanos.

Imagen SEC-B-04. Residuos sólidos en la ribera del río Pesquería.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

Imagen SEC-B-03. Residuos sólidos en cauce en la colonia La Alianza.



Fuente: Realizado por Soluciones SIG, S.A. DE C.V., mediante los recorridos técnicos de campo, 2025.

La acumulación de residuos sólidos en tiraderos clandestinos o en puntos no autorizados también incrementa el riesgo de incendios, ya sean accidentales o provocados, los cuales generan un impacto significativo en la calidad del suelo. La combustión de plásticos, materia orgánica, neumáticos y otros desechos libera compuestos tóxicos como dioxinas, furanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y metales pesados que se depositan directamente sobre el terreno. Estos contaminantes se adsorben en las partículas del suelo, alteran su estructura, reducen su fertilidad y pueden permanecer durante largos periodos debido a su persistencia química. Además, los incendios aumentan la movilidad de contaminantes, facilitando su infiltración hacia estratos más profundos y potencialmente hacia los acuíferos, lo que agrava el riesgo ambiental y de salud pública en las zonas afectadas.

La contaminación del suelo en Monterrey es el resultado de una combinación de factores: presencia histórica de actividades industriales, manejo inadecuado de residuos, tiraderos clandestinos y descargas irregulares de aguas residuales. Esta problemática afecta tanto a los ecosistemas locales como a la salud pública, al comprometer las funciones esenciales del suelo y favorecer la dispersión de contaminantes hacia cuerpos superficiales y acuíferos.
Fortalecer la gestión integral de residuos, vigilar y remediar los sitios contaminados, y prevenir la generación de nuevos pasivos ambientales son acciones imprescindibles para proteger este recurso no renovable. La conservación del suelo es clave para reducir riesgos ambientales, mantener la funcionalidad de los ecosistemas y garantizar un desarrollo urbano sostenible para las futuras generaciones.

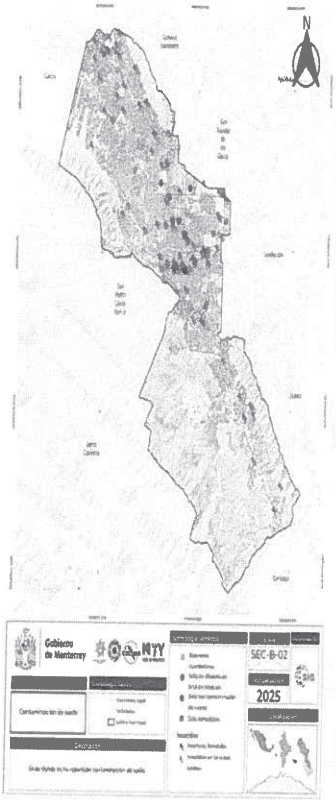
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



15.3. Contaminación del aire

Introducción

La contaminación atmosférica se define como la presencia de pequeñas partículas de origen antropogénico o biológico suspendidas en el aire que alteran las características naturales de la atmosfera.

Las principales partículas contaminantes son:

- PM10. son partículas provenientes de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas o polen, con un diámetro de 2.5 y 10 micrómetros (micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro). Estas partículas pueden generar efectos nocivos en el sistema respiratorio de los seres humanos.
- PM2.5 estas son las partículas más importantes en cuanto a la contaminación urbana, debido a que tienen la facilidad de penetrar profundamente en los pulmones generando riesgos potenciales en la salud humana.
- Dióxido de azufre (SO2) El origen del SO2 es principalmente de origen antropogénico. Es un gas, el cual se origina durante la combustión de carburantes fósiles que contienen azufre (petróleo, combustibles sólidos), la cual se realiza en todos los procesos industriales de alta temperatura.
- Monóxido de Carbono (CO) El CO2 es un gas invisible. Se produce en hogares y se relacionan con actividades que realizamos diariamente, al cocinar o al utilizar la calefacción.
- Dióxido de Nitrógeno (NO2) es un contaminante de origen antropogénico, cuyo origen es debido a el uso de vehículos, así como emisiones generadas por las industrias.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV)son aquellos hidrocarburos presentes en estado gaseoso. Son liberados con la quema de combustibles, maderas, carbón o gas natural, así mismo con el uso de pinturas, plásticos, aromatizantes entre otros.

El desarrollo de las grandes ciudades ha tenido como consecuencia un crecimiento descontrolado de la población y así mismo mayor demanda en el uso de combustibles fósiles, lo que hace que las personas que habitan en las grandes urbes sean más vulnerables a la contaminación.

Según la ONU-Hábitat, las ciudades consumen el 78% de la energía mundial y producen más del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero.
Antecedentes

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Monterrey es una considerada una de las ciudades más importantes de México ya que se denomina la capital industrial de México por su gran desarrollo. Pero esto también le ha traído graves consecuencias, debido a que las emisiones de gases y deshechos que generan las industrias. Sumado a esto el crecimiento de la población y la baja oferta de transporte público, aumenta el uso del transporte privado y con ello la contaminación.

Otro problema que afecta a Monterrey son los incendios ya que la mayoría de ellos ocurren casi diario según los habitantes del municipio. Estos incendios comienzan por la quema de llantas y basura, muchas veces se llegan a salir de control. Los habitantes comentan que el humo generado por estas actividades ya repercute en su salud. La quema de estos materiales se realiza por las noches y las personas que salen a trabajar desde muy temprano aspiran este humo, que les está ocasionando problemas respiratorios, inclusive no permiten que los niños salgan a jugar porque regresan con los ojos rojos y tosiendo.

Monterrey ha sido señalado como una de las ciudades más contaminadas y del año 2021 a 2022 aumentó la contaminación en diferentes municipios de Nuevo León, convirtiéndose en uno de sus principales problemas medio ambientales.

El pasado 12 de marzo se activaron alertas por contingencia ambiental, donde se argumenta que esto se debe a los incendios que se estuvieron presentando durante esos días.

Imagen PSE-04-1. Alerta ambiental en la Zona Metropolitana de Nuevo León



Fuente: Milenio, 2023

Ilustración PSE-04-2. Incendios provocados en asentamientos irregulares



Fuente: Soluciones SIG, 2023.

Imagen PSE-04-3. Incendios provocados en asentamientos irregulares



Fuente: Soluciones SIG, 2023.

Imagen PSE-04-4. Incendios provocados en asentamientos irregulares



Fuente: Soluciones SIG, 2023.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Las imágenes anteriores fueron tomadas en las visitas a campo donde se corroboró la presencia de incendios casi todos los días y algunos tuvieron que ser atendidos ya que se salieron de control. De igual forma la imagen ubicada en la parte inferior de lado izquierdo se observa una nube gris haciendo referencia a la mala calidad del aire, todos estos sucesos ocurrieron días antes de que se emitiera la alerta.

Metodología

Monterrey no cuenta con su propio sistema de monitoreo por lo que se analizaron datos del Sistema de Monitoreo de Medio Ambiente (SIMA) del Estado de Nuevo León, para observar las concentraciones por PM10, PM2.5 y ozono, ya que cuentan con datos de 14 años comenzando desde el 2005.

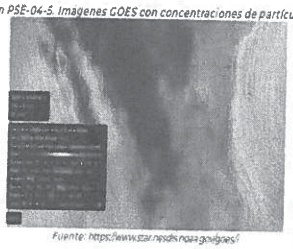
Asimismo, se consultaron datos del GOES para analizar las concentraciones por PM2.5, PM10, concentración superficial de dióxido de carbono, como a continuación se muestran.

Se analizaron imágenes satelitales de Sentinel 5P el cual da información sobre la calidad del aire. Detecta huellas únicas de los gases atmosféricos en diferentes partes del espectro electromagnético y capta una amplia gama de contaminantes de manera más precisa.

Resultados

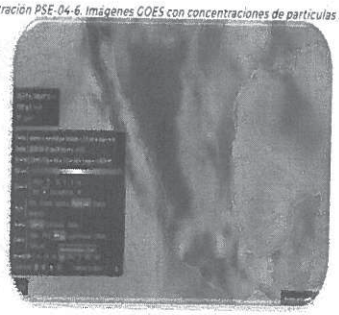
En las siguientes imágenes se observa la concentración de partículas PM10 Y PM2.5, siendo las PM10, las que se encuentran con mayor concentración. Se visualiza una comparación del día 11 de marzo y del día 12 de MARZO DEL 2023. esto para el 12 de marzo del presente año, el día que se emitió la alerta.

Imagen PSE-04-5. Imágenes GOES con concentraciones de partículas PM10



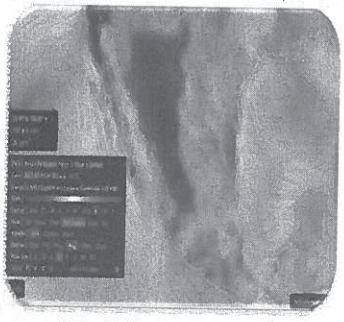
Fuente: https://www.star.nesdis.noaa.gov/goes/

Lustración PSE-04-6. Imágenes GOES con concentraciones de partículas PM 2.5



Fuente: https://www.star.nesdis.noaa.gov/goes/

Imagen PSE-04-7. Imágenes GOES con concentraciones de partículas PM10



Fuente: https://www.star.nesdis.noaa.gov/goes/

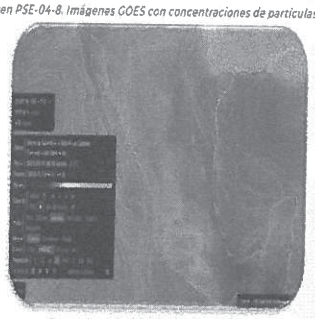
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

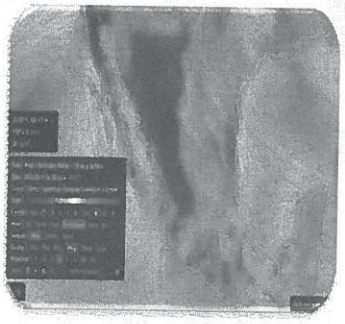
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen PSE-04-8. Imágenes GOES con concentraciones de particulas PM 25

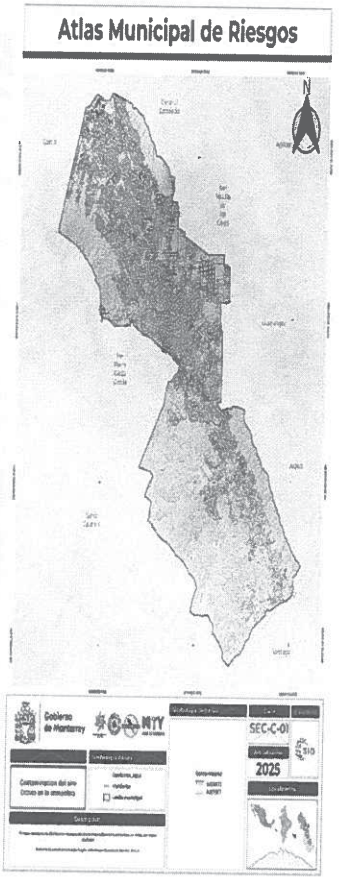


Fuente: https://www.star.nesdis.noaa.gov/goes/i

Imagen PSE-04-9. Imágenes GOES con concentraciones de Dióxido de Carbono



Fuente: https://www.star.nesdis.noaa.gov/goes/i



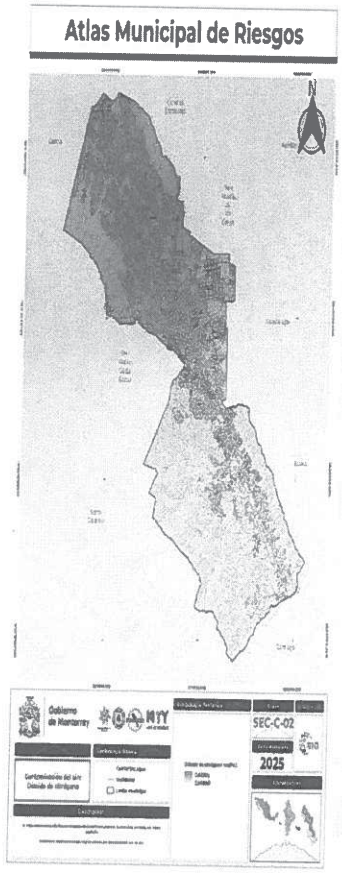
256

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





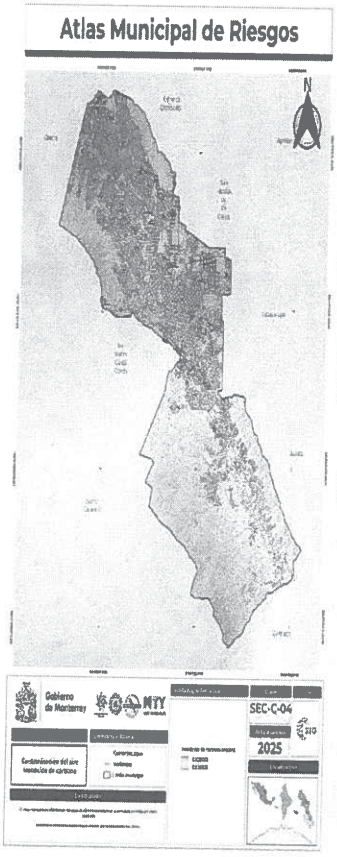
MTY AQUÍ SE RESUELVE

257

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



15.4. Epidemias y plagas

Introducción

Una epidemia es cuando hay casos de una enfermedad fuera de lo normal, en un lugar y tiempo determinado. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) usan este término para describir situaciones en las que una enfermedad se transmite rápidamente entre las personas y se escapa al control de las autoridades sanitarias. El Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica también define una epidemia como un aumento inusual de casos de una enfermedad en una población específica. El Glosario de Términos de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil explica que una epidemia es un incremento repentino e inesperado de una enfermedad particular en una comunidad o región.

En México, hay muchas enfermedades que pueden provocar epidemias, según las condiciones de salud, sociales y ambientales. Algunas de las enfermedades que se han presentado como epidémicas en México son: dengue, sarampión, cólera, rabia, zika, influenza, Sida y otras. Estas enfermedades se deben notificar de inmediato al Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. También hay otras enfermedades que pueden ser epidémicas, como: malaria, viruela del mono, hepatitis aguda grave en menores de edad y meningitis.

La vigilancia epidemiológica es el conjunto de acciones y estrategias epidemiológicas que producen información útil para la salud pública. Su objetivo es conocer el estado y el comportamiento de una enfermedad, determinar el riesgo de transmisión, implementar y evaluar medidas de prevención, detectar posibles cambios en la incidencia de las enfermedades y difundir la información a los interesados. La vigilancia epidemiológica se puede dividir en tres tipos: vigilancia pasiva, vigilancia activa y vigilancia epidemiológica especializada o centinela.

Vigilancia pasiva: Se basa en los reportes que envían las unidades de salud sobre las enfermedades que atienden, sin que exista una búsqueda activa de los casos. Es el tipo más común y económico de vigilancia, pero puede tener problemas de subregistro o retraso en la notificación.

Vigilancia activa: Implica una búsqueda activa y periódica de los casos de una enfermedad, mediante visitas a las unidades de salud, encuestas o registros especiales. Es el tipo más completo y oportuno de vigilancia, pero también el más costoso y difícil de mantener.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Vigilancia epidemiológica especializada o centinela: Se realiza a un problema de salud en particular, debido a compromisos internacionales o prioridades nacionales, campañas de erradicación, enfermedades transmisibles de notificación individual, etc. Este tipo de vigilancia puede utilizar elementos de la vigilancia pasiva y la activa y se caracteriza por una rápida detección, inmediata acción y prevención específica.

Antecedentes

Monterrey ha padecido varias epidemias en su historia, que han tenido impactos en su estructura urbana y social. Algunas de las epidemias que han azotado a Monterrey son: viruela, cólera, fiebre amarilla, gripe española, influenza H1N1 y COVID-19. Estas enfermedades han entrado a Monterrey por diferentes medios, como el comercio, la migración o el transporte. Algunas de las acciones que se han realizado para combatirlas han sido el distanciamiento social, la higiene, el cierre de vías de comunicación, la vacunación y la vigilancia epidemiológica.

La gripe española fue una pandemia de influenza que se dio entre 1918 y 1920 y que mató a unos 50 millones de personas en el mundo. A pesar de su nombre, el origen del virus no se sabe con certeza, pero se cree que se difundió por el movimiento de los soldados durante la Primera Guerra Mundial. La gripe española llegó a México en octubre de 1918 y afectó sobre todo al norte del país, donde hubo miles de casos y muertes. Según algunos artículos históricos, Monterrey fue una de las ciudades más afectadas por la epidemia, junto con Torreón, Nuevo Laredo, Saltillo y Chihuahua. Se calcula que en Monterrey hubo alrededor de 10 mil casos y mil muertes por la gripe española. Las autoridades sanitarias tomaron medidas como el cierre de escuelas, teatros y otros lugares públicos, la suspensión del tráfico ferroviario, el riego de las calles con creolina y la distribución de medicamentos y vacunas. Sin embargo, la epidemia también provocó pánico, desinformación, rumores y desconfianza hacia las autoridades y los médicos.

Metodología

Con el fin de mostrar la distribución espacial y temporal de los casos de enfermedades en el área de estudio, se realizó la siguiente metodología:

- Se determinaron los agentes causales de las enfermedades, cómo se transmiten y qué condiciones ambientales favorecen su propagación.
- Se obtuvieron y analizaron datos epidemiológicos sobre la incidencia, prevalencia y mortalidad de las enfermedades.
- Para COVID-19, se usaron los datos de casos confirmados por municipio de la Dirección de Epidemiología de la Secretaría de Salud en México.
- Para otras enfermedades de vigilancia epidemiológica frecuentes y con casos en el último año, se consultó la misma fuente.

Se considera que estos datos pueden cambiar según el momento y la hora de consulta.

Resultados

COVID-19

El COVID-19 es una enfermedad respiratoria causada por un nuevo tipo de coronavirus que se descubrió a finales de 2019 en China. El COVID-19 se transmite principalmente por contacto estrecho con una persona infectada que tose, estornuda o exhala gotículas que contienen el virus. Los síntomas más comunes son fiebre, tos, dificultad para respirar, pérdida del olfato y del gusto, dolor de cabeza y muscular. En algunos casos puede causar complicaciones graves como neumonía, insuficiencia respiratoria, trombosis o muerte. Según el reporte de la Secretaría de Salud de Nuevo León, a mayo de 2023 se han confirmado 451,258 casos positivos y 15,559 defunciones por COVID-19 en el estado.

Monterrey es el municipio con más casos de Nuevo León, se han confirmado 121,052 casos positivos, de los cuales 52.66% son mujeres y 47.34% hombres, y los casos se concentraron en hombres y mujeres entre 25 y 29 años. Además, han ocurrido 5,178 defunciones.

La OMS declaró el fin de la emergencia sanitaria por la COVID-19 el 5 de mayo de 2023. Eso significa que la enfermedad dejó de ser una amenaza para la salud mundial, pero no que la pandemia haya terminado. En México se decretó el fin de la emergencia sanitaria por covid-19 el 9 de mayo de 2023, siguiendo la decisión de la OMS. Ahora se considera una enfermedad endémica y no epidémica. Sin embargo, el gobierno federal advirtió que se deben mantener las medidas de prevención y vigilancia, ya que el virus sigue circulando y causando brotes en algunos lugares.

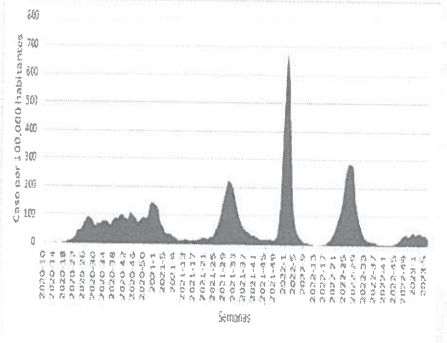
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

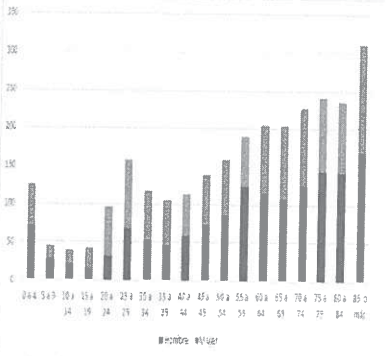
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gráfica PSE-01. Tasa de Incidencia por 100,000 habitantes



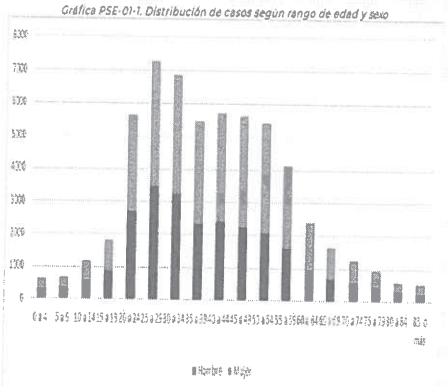
Fuente: Dirección General de Epidemiología. 2023.

Gráfica PSE-01-2. Distribución de hospitalizados según rango de edad y sexo



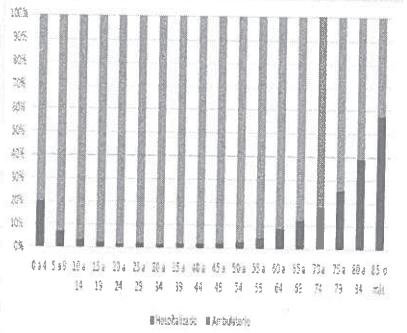
Fuente: Dirección General de Epidemiología. 2023.

Gráfica PSE-01-1. Distribución de casos según rango de edad y sexo



Fuente: Dirección General de Epidemiología. 2023.

Gráfica PSE-01-3. Distribución de casos confirmados según rango de edad y tipo de paciente (ambulatorio u hospitalizado)



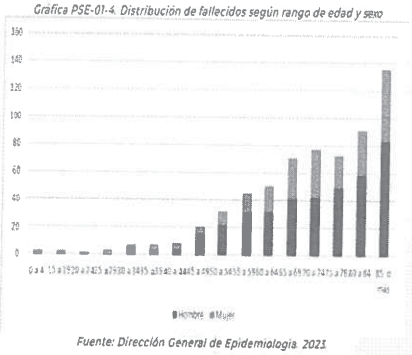
Fuente: Dirección General de Epidemiología. 2023.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

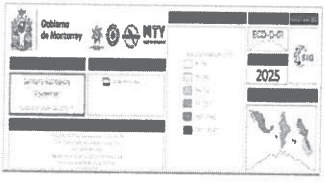
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gráfica PSE-01-4. Distribución de fallecidos según rango de edad y sexo



Fuente: Dirección General de Epidemiología. 2023.





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Influenza H1N1

La influenza H1N1 es un tipo de virus que causa una enfermedad respiratoria aguda y contagiosa. Fue responsable de una pandemia en 2009-2010 que afectó a varios países, incluido México. Según el informe semanal de enfermedad respiratoria viral de la Secretaría de Salud, en la temporada de influenza estacional 2021-2022, al corte de información de mayo 2023, se han notificado 1,261 casos positivos a influenza y 22 defunciones por la misma causa en todo el país. Sin embargo, ninguno de estos casos corresponde a influenza H1N1, sino que el 89.8% son por Influenza AH3N2, 6.7% por influenza A no subtipificable, 3.4% por influenza B y 0.1% por influenza AH1N1pmd09. En Monterrey no se especifica el número de casos o defunciones por estado, pero se menciona que las entidades federativas de residencia donde se han detectado la mayoría de los casos son: Quintana Roo, Yucatán, Nuevo León, Tabasco y Sonora. Por lo tanto, se puede inferir que hay casos de influenza en Monterrey, pero no se sabe con certeza cuántos ni de qué tipo. La recomendación para prevenir la influenza es vacunarse y seguir las medidas básicas de higiene y distanciamiento social.

Dengue

El dengue es una enfermedad causada por el virus del dengue (DENV) que pertenece a la familia Flaviviridae, género Flavivirus. Hay cuatro serotipos del virus (Denv-1, Denv-2, Denv-3 o Denv-4) y se transmiten por la picadura de mosquitos hembra de las especies Ae. Aegypti y Ae. Albopictus.

El dengue es una enfermedad febril que afecta a lactantes, niños y adultos. La infección puede ser asintomática, o causar síntomas que van desde una fiebre leve a una fiebre incapacitante, con dolor intenso de cabeza, dolor detrás de los ojos, dolor muscular y articular, y erupción cutánea. La enfermedad puede evolucionar a una forma grave, caracterizada por choque, dificultad para respirar, sangrado grave y/o complicaciones de los órganos. El dengue se transmite por la picadura de un mosquito infectado. Es una enfermedad que se presenta en zonas tropicales y subtropicales del mundo; el dengue tiene un patrón estacional. Actualmente en el panorama epidemiológico de Dengue semana 19 de 2023, en Monterrey hay un caso de Dengue no Grave, con una tasa de incidencia por cada 100,000 habitantes de 0.09, además se reporta 2 casos de dengue grave con signos de alarma con una incidencia de 0.17 por cada 100,000. Para una comparativa en la siguiente tabla se muestra los casos por edad de dengue e Influenza en el anuario de morbilidad 2020, de Nuevo León.

Tabla PSE-01. Casos de Influenza Y Dengue reportadas en el anuario de Morbilidad 2020, en Nuevo León

	<1	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-44	45-49	50-59	60-64	65 y +
Influenza	206	1072	1330	660	560	1140	3543	452	659	184	201	9900
Dengue no grave	34	35	165	338	362	531	1602	297	343	80	85	3862

Fuente: Dirección General de Epidemiología 2023.

En cuanto a enfermedades y plagas en Animales se muestra la siguiente tabla con el estatus sanitario 2023 en Monterrey.

Tabla PSE-01-. Estatus Zoosanitario

INFLUENZA AVIAR	ESCASA PREVALENCIA
ENFERMEDAD DE NEWCASTLE	LIBRE
SALMONELOSIS AVIAR	LIBRE
FIEBRE PORCINA CLÁSICA	LIBRE
ENFERMEDAD DE AUJESZKY	LIBRE
TUBERCULOSIS BOVINA	ERRADICACIÓN
BRUCELOSIS	CONTROL
RABIA PARALITICA	LIBRE NATURAL
GARRAPATA	CONTROL
VARROASIS	CONTROL
ABEJA AFRICANA	CONTROL

Fuente: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2023.

Plagas

Una plaga es cualquier organismo vivo que puede interrumpir o afectar de manera negativa las actividades humanas. Puede tratarse de insectos, animales, plantas, microorganismos o patógenos. Las plagas pueden causar daños directos o indirectos a las cosechas, a la salud pública o al medio ambiente. Existen diferentes tipos y categorías de plagas según su origen, su importancia y su daño.

Algunos tipos de plagas son:

- Plagas biológicas: son aquellas que están formadas por organismos vivos que pueden ser perjudiciales para las actividades humanas, como la agricultura, la salud o el medio ambiente. Dentro de este grupo se encuentran los patógenos (virus, bacterias, parásitos, hongos, etc.), los artrópodos (insectos, ácaros, arácnidos, etc.), los vertebrados (aves, mamíferos, reptiles, etc.) y las malezas (plantas que invaden espacios extensos).

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

- Plagas directas: son aquellas que causan daño sobre el fruto o la planta que se ha de cosechar. Por ejemplo, las moscas de la fruta, las polillas o los picudos rojos.
- Plagas indirectas: son aquellas que dañan órganos de la planta como hojas, pero no el fruto directamente, sin embargo, de igual forma este daño repercute de negativamente sobre la cosecha. Por ejemplo, las pulgas, los pulgones o las hormigas.
- Plagas cuarentenarias: son aquellas que representan un gran peligro e importancia económica en un área determinada y que están sujetas a medidas de control y prevención. Por ejemplo, la mosca del Mediterráneo, el gorgojo del maíz o la langosta.
- Plagas no cuarentenarias: son aquellas que no se consideran de peligro en un área determinada y que pueden convivir con los cultivos sin causar grandes pérdidas. Por ejemplo, algunos escarabajos, grillos o mantis religiosas.
- Plagas exóticas: son aquellas que son poco comunes y que provienen de otras regiones o países. Por ejemplo, el caracol gigante africano, la avispa asiática o el mosquito tigre.

Asimismo, existen las plagas de tipo forestal. Las plagas forestales son organismos vivos que pueden causar daños a las plantas, los árboles o los bosques o a los productos forestales; daños de tipo mecánico o fisiológico, como deformaciones, disminuciones en el crecimiento, debilitamiento o incluso la muerte. Algunas de las plagas forestales más comunes son los insectos descortezadores, el muérdago y otras plantas parásitas, los defoliadores, los barrenadores de meliáceas, los insectos de conos y semillas, las enfermedades vasculares, los chupadores de savia y los insectos y enfermedades de origen exótico. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) tiene como objetivo prevenir y reducir la incidencia de plagas y enfermedades forestales que tienen efectos económicos, ecológicos y sociales en el país.

La vigilancia epidemiológica fitosanitaria es el conjunto de estrategias y acciones que tienen como objetivo detectar, prevenir y controlar las plagas que afectan a las plantas y los cultivos. La vigilancia epidemiológica fitosanitaria se realiza en todo el territorio nacional, abarcando áreas agrícolas, silvestres, urbanas y otras zonas de riesgo para la introducción o dispersión de plagas cuarentenarias. La vigilancia epidemiológica fitosanitaria se puede clasificar en dos tipos: vigilancia activa y vigilancia pasiva.

La vigilancia activa consiste en realizar acciones operativas para buscar y monitorear la presencia de plagas en los cultivos, mediante el uso de trampas, parcelas centinela, rutas de vigilancia, áreas de exploración, viveros trampa y plantas centinela. La vigilancia pasiva consiste en atender los reportes ciudadanos o las alertas fitosanitarias sobre la sospecha o detección de plagas en los cultivos, mediante el uso de medios de comunicación pública, guías de síntomas y daños, fichas técnicas y avisos públicos.

La vigilancia epidemiológica fitosanitaria es una actividad importante para la protección de la producción agrícola, la biodiversidad y la salud pública, ya que permite conocer el estado fitosanitario del país, tomar medidas preventivas y correctivas ante las plagas, y difundir la información a los productores y a las autoridades competentes.

Las plagas pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente y la economía. Pueden destruir o dañar los cultivos, los animales y los bosques, reduciendo la producción agrícola y forestal, la calidad de los productos y los ingresos de los productores. Contaminar o deteriorar los alimentos, el agua y el aire, afectando la salud humana y animal, y aumentando los costos de tratamiento y prevención. Transmitir enfermedades a las plantas, los animales y las personas, causando pérdidas de vidas, sufrimiento y discapacidad. Alterar el equilibrio ecológico, afectando la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el clima. Además de afectar el comercio nacional e internacional, generando barreras fitosanitarias, cuarentenas y restricciones al movimiento de productos y personas.

Metodología

Se identificaron las especies de plagas que afectan a bosques, los animales o la salud humana en el área de estudio, así como sus ciclos biológicos y factores que favorecen su reproducción y dispersión.

Se recopilaron datos de distribución de plagas en el área de estudio para elaborar mapas temáticos que representen la distribución espacial y temporal de las plagas. Estableciendo los niveles de peligro según la probabilidad e impacto de las plagas.

Resultados

Las plagas urbanas que afectan a Monterrey pueden variar según el tipo de ambiente, el clima y la época del año. Algunas de las plagas urbanas más comunes que se reportan en Monterrey son.

Roedores: Pueden dañar materiales como cables, madera o cartón, y contaminar los alimentos o el agua con sus orines o heces, que pueden causar enfermedades como leptospirosis, salmonelosis o hantavirus.

Cucarachas: Pueden transmitir bacterias, virus o hongos que afectan la salud humana, como la salmonela, el estafilococo o la escherichia coli. También pueden provocar alergias o asma por sus restos o excrementos. Las especies más comunes en Monterrey son la Cucaracha Americana y la especie Blattella Germánica, o Cucaracha Alemana.

Imagen PSE-01. Cucaracha Americana (izquierda) y Cucaracha Alemana (derecha)

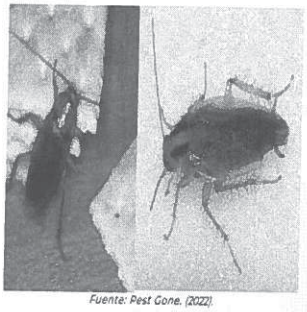
MTY AQUÍ SE RESUELVE

263

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



Fuente: Pest Gone. (2022).

Termitas: Existen principalmente 2 especies de termitas en Monterrey: La termita subterránea y la de madera seca. La primera es la más común, prefieren ambientes húmedos, tranquilos y obscuros. Es por esto por lo que generalmente se refugian bajo las escaleras, en los pasillos, los baños y las alacenas de madera. Las termitas no son transmisores de enfermedad alguna, el peligro radica en el deterioro que realizan en las construcciones.

Imagen PSE-01-1 Galería de termitas en pared



Fuente: Pest Gone. (2022)

Chinches de cama: son insectos que se nutren de sangre humana por la noche y se esconden en sitios como camas, muebles o alfombras. Sus picaduras pueden provocar ronchas rojas. Algunas personas pueden tener reacciones alérgicas o estrés por las picaduras. Si el picor es muy fuerte o si hay signos de infección o alergia, se debe consultar al médico.

Imagen PSE-01-2 Chinche de cama



Fuente: Pest Gone. (2022).

Hormigas: Pueden invadir las casas y los negocios en busca de alimento y agua, además de causar daños en las plantas y los cultivos. La hormiga más común de Monterrey es la Hormiga Arriera. Es de color rojo-marrón, con un tamaño de entre 7mm y 14mm, siendo su tamaño promedio 11mm. Se les encuentra principalmente en el exterior de las edificaciones. La picadura de la hormiga arriera no es en si peligrosa si se tratara de una sola picadura. El peligro radica en que si una persona recibe múltiples picaduras podría llegar a causar un choque anafiláctico, que es una reacción alérgica del cuerpo a las toxinas administradas por estas hormigas. Una sola picadura solo produce dolor por 30-90 minutos que va disminuyendo con el tiempo.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen PSE-01-3. Hormiga Arriera



Fuente: Pest Gone. (2022).

Existen alrededor de 300 empresas de control de plagas urbanas mediante plaguicidas que cuentan con licencia sanitaria emitida por la autoridad local en el estado de Nuevo León. Los residuos sólidos urbanos son una fuente de alimento y refugio para muchas plagas, como ratas, moscas y cucarachas. En 2020, Monterrey generó 1.8 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, lo que equivale a 1.3 kg por habitante al día. Actualmente, no existe información ni estadísticas oficiales sobre el número de casos, fechas, ni grado de afectación de plagas urbanas.

En cuanto las áreas forestales, la Comisión Nacional Forestal, cuenta con alertamientos y mapas de peligros sobre plagas, realizadas con información de la Cobertura Forestal de la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación (INEGI, 2021), Incendios Forestales 2022 (CONAFOR, 2023), Notificaciones de saneamiento forestal por afectación de Insectos Defoliadores registradas en el Sistema Nacional de Gestión Forestal (SEMARNAT/CONAFOR, 2023), periodo de 2018 a abril de 2023, el Monitor de Sequía en México (CONAGUA, 2023) y el Pronóstico Climático de Temperatura (CONAGUA, 2023). A continuación, se describen los peligros y tipos de plagas que afectan el municipio de Monterey.

Peligro moderado

Insectos defoliadores

Son insectos que al alimentarse del follaje de los árboles ocasionan una reducción de su superficie foliar, y dependiendo de su intensidad y la época de ocurrencia, puede traer como consecuencia el debilitamiento del arbolado, incrementando su vulnerabilidad al ataque de otras plagas que pueden causar su muerte. Los defoliadores son insectos que, en su fase de oruga o adulto, se alimentan de las partes más suaves de las hojas dejando solo las venas o las partes más duras; las especies más importantes consumen la hoja entera. Los defoliadores de mayor relevancia a nivel nacional están en la orden Lepidóptera e Himenóptera.

Imagen PSE-01-4. Insectos defoliadores



Fuente: Comisión Nacional Forestal, 2023.

Peligro alto

Insectos descortezadores

Los insectos descortezadores son pequeños escarabajos que viven debajo de la corteza de coníferas, principalmente. Se alimentan del tejido que conduce los nutrientes al árbol, provocando frecuentemente su muerte. En un ambiente controlado, los insectos descortezadores juegan un papel regulador en los bosques templados, ya que eliminan los árboles débiles o enfermos. Pero cuando hay factores que alteran el equilibrio ecológico, como incendios forestales, tala inmoderada, cambio climático o sequías, los insectos descortezadores se multiplican y causan daños masivos al arbolado. Plaga de importancia nacional, siendo el segundo agente, después de los incendios forestales, de mayor disturbio en bosques de clima templado en México, por la magnitud de superficie afectada y cantidad de arbolado dañado.

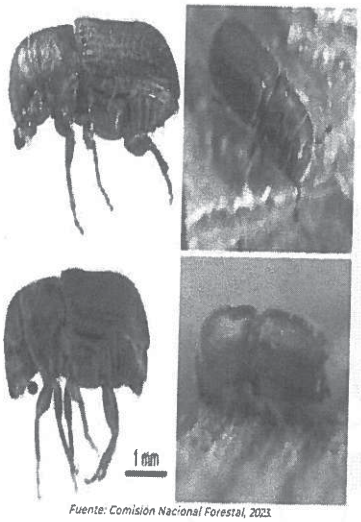
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen PSE-01-5. Insectos descortezadores



Fuente: Comisión Nacional Forestal, 2023.

Imagen PSE-01-6. Plantas parásitas



Fuente: Comisión Nacional Forestal, 2023.

Peligro muy alto

Plantas parásitas

Las plantas parásitas son el segundo agente causal de daño en los ecosistemas forestales. Se estima que existen 18 millones de hectáreas con presencia de estas plantas. Son plantas que han modificado su raíz para poder penetrar en los tejidos de otras plantas (árboles) y obtener de ellos sus nutrimentos, agua y compuestos orgánicos; causando su debilitamiento y susceptibilidad al ataque de otras plagas, o hasta su muerte.

Ocoaxo assimilis y Ocoaxo varians

Plaga de importancia forestal reportada en el año 2008, siendo afectadas cerca de 7,200 hectáreas en el periodo 2014-2018. Estas especies están relacionadas con la declinación de los pinos en la sierra norte y sierra negra del estado de Puebla. Los Ocoaxos son insectos que se alimentan de la savia de las acículas de los pinos, provocando clorosis y defoliación. Estos insectos se caracterizan por secretar una espuma que simula la saliva con la que se protege.

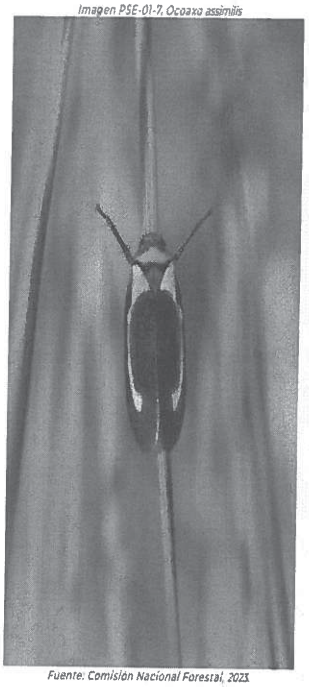
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen PSE-01-7. Ocoaxa assimilis

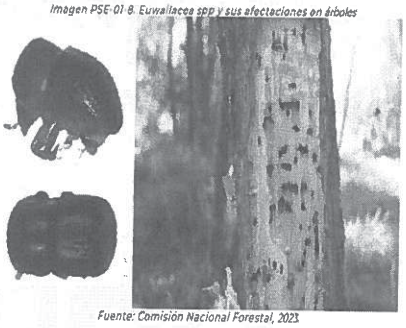


Fuente: Comisión Nacional Forestal, 2023.

Euwallacea spp.-Fusarium euwallaceae

Plaga exótica de importancia cuarentenaria originaria del Sudeste de Asia. En América se detectó por primera vez en el 2003 en el Estado de California, E.U. La actividad de este insecto junto con su hongo simbionte Fusarium euwallaceae pone en riesgo la cobertura vegetal nacional, alterando los ecosistemas y sus servicios ambientales derivados Euwallacea spp. son escarabajos barrenadores que pertenecen a la subfamilia Scolytinae. Los escarabajos barrenan galerías en una amplia variedad de árboles hospedantes, en los cuales ovipositan y desarrollan el hongo. Este daño obstruye el flujo de agua y nutrientes, causando la muerte progresiva a más de 35 especies arbóreas que son idóneas para la reproducción del escarabajo. Son insectos de talla pequeña, aproximadamente 1.5-2.5 mm de longitud y su cuerpo es color marrón.

Imagen PSE-01-8. Euwallacea spp y sus afectaciones en árboles



Fuente: Comisión Nacional Forestal, 2023.

Xyleborus glabratus-Raffaelea lauricola

Son insectos barrenadores de madera, en cuya área de distribución natural aceleran el proceso de degradación de árboles muertos. Este escarabajo es vector del hongo Raffaelea lauricola, que es el agente causal de la marchitez del laurel, una enfermedad vascular letal de los árboles de la familia Lauraceae. En México esta especie es exótica, por lo que representan un alto riesgo. Los organismos adultos presentan dimorfismo sexual, siendo los machos de tamaño menor que las hembras y de coloración más clara. Las hembras son voladoras activas y los adultos machos son ápteros y tienen una talla promedio de 2 mm de longitud, son delgados, de forma cilíndrica y color negro a marrón brillante.

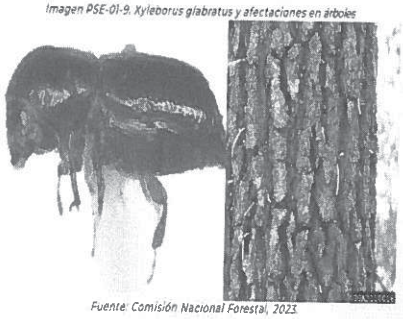
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

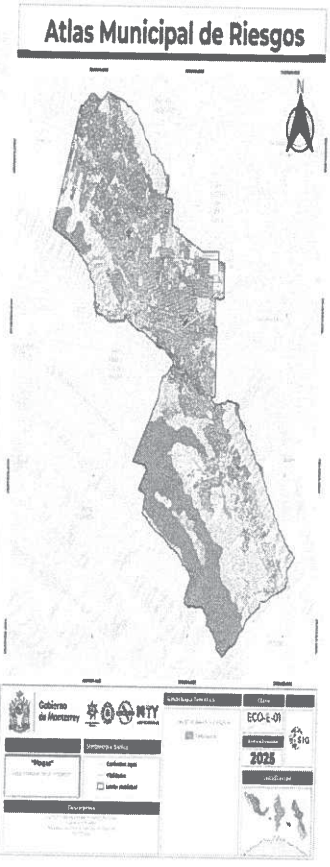
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen PSE-01-9. Xyleborus glabratus y afectaciones en árboles



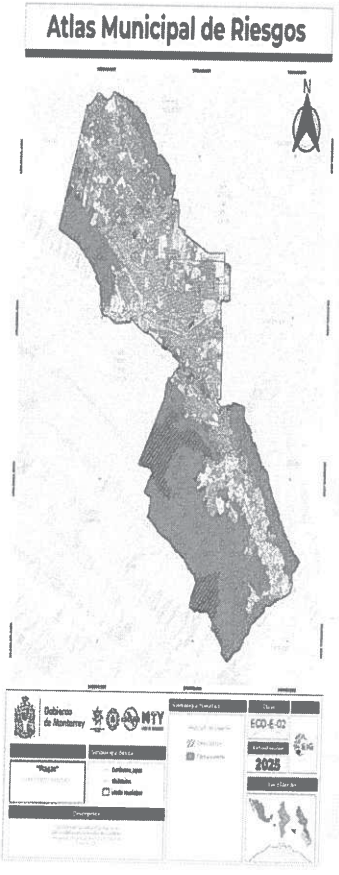
Fuente: Comisión Nacional Forestal, 2023.

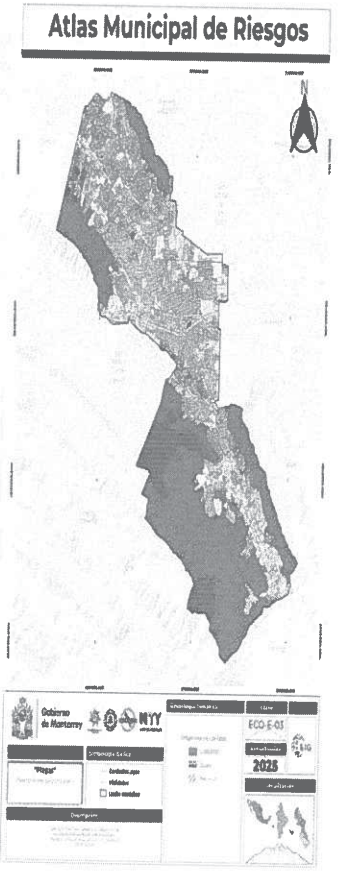


Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

269

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

16. FENÓMENOS SOCIO-ORGANIZATIVOS

16.1. Demostraciones de inconformidad social

Introducción

Generalmente la inconformidad social se ve reflejada en marchas y manifestaciones públicas, debido principalmente a los malos manejos de las regiones y naciones, provocando un malestar colectivo que suele exteriorizarse en paros, revueltas y demás, con el propósito de hacer sentir la posición del pueblo y exigir cambios. En la actualidad crece cada día más y ha conllevado incluso, a derrocamientos políticos en el poder. Este fenómeno, al igual que otros de origen socio-organizativo por sí mismo no representa un peligro, solamente si sale de control y afecta a personas o bienes (DOF, 21/12/2016).

Antecedentes

En el municipio de Monterrey las demostraciones de inconformidad social se expresan mediante el cierre parcial y temporal de algunas vialidades principales, bloqueos de ciertos puntos con el fin de realizar protestas y principalmente por manifestaciones que se concentran en la Macroplaza; a continuación, se muestran algunos ejemplos de estos fenómenos.

6 enero 2017

Veintiún personas detenidas, al menos una decena de heridos, daños en el Palacio de Gobierno y dos tiendas saqueadas fue el saldo hoy de las manifestaciones contra el aumento en el precio de la gasolina, conocido como "gasolinazo", en la ciudad mexicana de Monterrey, informaron fuentes oficiales.

Imagen PSO-01 Manifestación por «gasolinazo» en Monterrey termina en vandalismo



Fuente: Noticias 24 siete.

5 mayo 2019

Al grito de "¡fuera AMLO!", "¡fuera Evo (Morales)", cerca de dos mil ciudadanos convocados por Chalecos México se pronunciaron en contra del primer año del "gobierno fallido" del presidente Andrés Manuel López Obrador. Los manifestantes emprendieron una marcha pacífica de protesta desde la Explanada de los Héroes de la Macroplaza.

Imagen PSO-01-1 Protesta contra el gobierno del presidente de la República Mexicana



Fuente: Grupo Milenio

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

10 junio 2020

Bajo el lema "No es sequía es saqueo", un grupo de ciudadanos se manifestó en la explanada los Héroes, municipio de Monterrey, Nuevo León, para exigirle al gobernador Samuel García resolver el problema del desabasto de agua en la entidad.

Los manifestantes llegaron ayer a la explanada, ubicada frente al Palacio de Gobierno de Nuevo León, con cacerolas, cubetas y garrafones, en el marco de los recortes de agua impuestas por Samuel García ante la escasez del recurso en las presas.

Imagen PSO-01-2. Manifestantes ante la escasez del recurso hídrico



Fuente: Latinus.

15 diciembre 2020

En Monterrey, Nuevo León, por segundo día consecutivo, salieron a las calles a protestar y provocaron caos vehicular en demanda del pago de sueldos y aguinaldos que no se les ha entregado. Los profesores de la Sección 50 del SNTE cerraron carriles de avenidas de alta velocidad al sur, al centro, al oriente y al poniente de la zona metropolitana de Monterrey. En algunas avenidas como Gonzalitos el tránsito prácticamente se paralizó; en los lugares permanecían entre 30 y 40 minutos para avanzar hacia otro punto de la ciudad.

Imagen PSO-01-3. Maestros exigen el pago de aguinaldos



Fuente: Grupo Milenio

26 marzo 2023

Con consignas como ¡aire Limpio queremos respirar! más de 2 mil personas entre niños y adultos salieron a marchar pacíficamente por las calles del Centro de Monterrey, para exigir que se cumplan las leyes en materia ambiental y crear conciencia sobre la mala calidad del aire padece la ciudad.

Imagen PSO-01-4. Exigen buena calidad del aire



Fuente: ABC noticias.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Metodología

Mediante información proporcionada por la Dirección de Protección Civil Municipal y notas periodísticas, se localizaron los sitios, vialidades, plazas, edificios administrativos o algun otro punto de reunión donde se registraron las expresiones de inconformidad social, en su modalidad de manifestación, bloqueos, etc. Con esta información se elaboró un catálogo con la fecha, lugar y motivo del evento. Una vez ubicados, tal y como lo define la Guia de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos se delimitaron en un mapa donde se clasificaron por categorías de acuerdo con el número máximo de frecuencia.

Memoria de cálculo

Se elaboró un catálogo de eventos que presenta los siguientes datos: Número de evento, Nombre del Evento, Detalle del Evento, Tipo de Inconformidad, Fecha, Lugar evento, con lo que se busca detallar el evento de inconformidad social.

La siguiente tabla muestra algunos eventos de inconformidad social que se han presentado en el Municipio en el periodo 2017 al primer trimestre de 2023.

*Tabla PSO-01. Catálogo de eventos de inconformidad social en Monterrey 2017- 2023**

6/01/2017	Manifestación: Aumentos a precios de combustibles "gasolinazo"	Palacio de gobierno Estatal
05/05/2019	Mitin: Inconformidad con el gobierno del presidente López Obrador	Macroplaza y vialidades aledañas
10/06/2020	Manifestación: Exigir el abasto de agua en Monterrey	Macroplaza (explanada de los héroes)
15/12/2020	Protesta de maestros: Falta de pago completo de aguinaldo por parte del Gobierno de Nuevo León	Avenida de los Leones, avenida constitución y Macroplaza
08/03/2021	Manifestación feminista: Exigieron justicia por casos sin resolver de jóvenes asesinadas, desaparecidas o abusadas	Explanada del colegio civil, vialidades Melchor Ocampo y finalizó en la Macroplaza
08/03/2022	Manifestación: Por el día internacional de la mujer	Macroplaza, palacio de gobierno, catedral metropolitana
23/04/2022	Manifestación: Por féminas desaparecidas en el Estado	Palacio de Gobierno Estatal
17/06/2022	Crisis del agua en Nuevo Leon: Bloquean calles de Monterrey en protesta	Av. Garza Sada, las Torres, Alfonso Reyes y Nazas
11/07/2023	Protestas por escasez de agua colapsan vialidades en Monterrey	Av. Fidel Velázquez, avenida colon, av. Aztlán, av. Lincoln
02/10/2022	Marcha por 54 aniversario de la matanza de Tlatelolco	Explanada colegio civil, Macroplaza (explanada de los héroes)
13/11/2022	Marcha para defender el INE	Calle 5 mayo y calle Zaragoza, Macroplaza (explanada de los héroes)
25/11/2022	Marcha con motivo del Día internacional de la eliminación de la violencia contra la mujer	Macroplaza (explanada de los héroes), vialidades Cuauhtémoc y padre Mier
26/01/2023	Vendedores ambulantes protestan por decomiso de mercancía en Monterrey.	Calle Padre Mier, 5 de mayo, Juan Zuazua
26/02/2023	Marcha para defender el INE por reforma electoral	Macroplaza (explanada de los héroes)
08/03/2023	Manifestaciones por el día internacional de la mujer.	Macroplaza (explanada de los héroes) y vialidades aledañas
26/03/2023	Marcha por un aire limpio para Monterrey	Macroplaza (explanada de los heroes) y vialidades aledañas

*Fuente: Notas periodísticas. * Primer trimestre de 2023*

Tabla PSO-01-1 Tabla de frecuencia, escala y nivel de intensidad en color

Muy frecuente	Muy Alto
Muy frecuente	Alto
Muy frecuente	Medio
Ocasional	Bajo
Frecuente	Muy Bajo

Fuente: Soluciones SIG

Para el resultado final se integraron ambos datos de eventos de inconformidad y se presentan los datos en la tabla de susceptibilidad a inconformidad social en el Municipio de Monterrey.

Tabla PSO-01-1. Escala de susceptibilidad de eventos de inconformidad social

06/01/2017	Manifestación de la población por aumentos a precios de combustibles "gasolinazo".	Palacio de gobierno estatal	Muy frecuente
05/05/2019	Ciudadanos realizan mitin por inconformidad con el gobierno federal.	Macroplaza	Muy frecuente
10/06/2020	Manifestacion para exigir el abasto de agua en Monterrey.	Macroplaza	Muy frecuente
15/12/2020	Maestros salieron a protestar por la falta de pago completo de aguinaldo por parte del gobierno de Nuevo Leon.	Avenida de los Leones y Macroplaza	Ocasional
08/03/2021	Colectivos feministas exigieron justicia por casos sin resolver de jóvenes asesinadas.	Explanada del Colegio Civil	Frecuente
08/03/2022	Manifestaciones por el dia internacional de la mujer.	Macroplaza y Palacio de Gobierno	Muy frecuente
23/04/2022	Manifestaciones por las mujeres desaparecidas en el estado.	Palacio de gobierno estatal	Muy frecuente
17/06/2022	Crisis del agua en Nuevo Leon. Bloquean calles de Monterrey en protesta.	Av. Garza Sada	Extraordinario
11/07/2023	Protesta por escasez de agua colapsan vialidades en Monterrey	Av. Fidel Velazquez	Extraordinario
02/10/2022	Marcha por 54 aniversario de la matanza de Tlatelolco	Explanada del Colegio Civil	Muy frecuente
13/11/2022	Marcha para defender al INE.	Calle 5 de mayo y calle Zaragoza.	Muy frecuente

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

25/11/2022	Marcha con motivo del Día Internacional de la eliminación de la violencia contra la mujer.	Macroplaza	Muy frecuente
28/01/2023	Vendedores ambulantes protestan por decomiso de mercancía en Monterrey.	Calle Padre Mier	Poco frecuente
26/02/2023	Manifestaciones por reforma electoral.	Macroplaza	Muy frecuente
08/03/2023	Manifestaciones por el día internacional de la mujer.	Macroplaza	Muy frecuente
26/03/2023	Marcha por un aire limpio para Monterrey.	Macroplaza	Muy frecuente

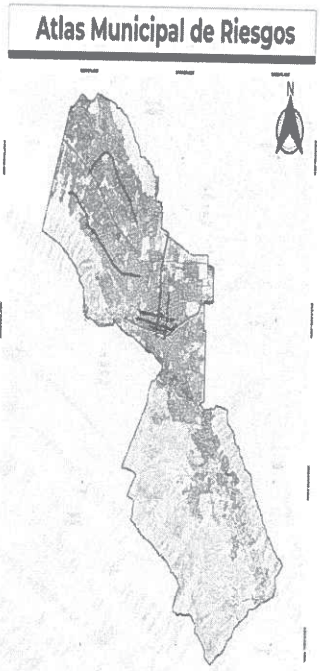
Fuente. Notas periodísticas e información proporcionada por las autoridades municipales.

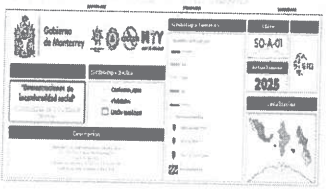
Resultados

En general, se puede observar que las demostraciones de inconformidad social se expresan mediante el cierre parcial y temporal de varias de las avenidas principales del Municipio como Aztlán, Abraham Lincoln, Paseo de los Leones, Alfonso Reyes, Cuauhtémoc, Ignacio Zaragoza, 5 de mayo, Melchor Ocampo, Fray Servando Teresa de Mier, Juan Zuazua y la sección de Constitución que cruza al sur del palacio municipal.

Las protestas se manifiestan principalmente en la Macroplaza frente al Palacio de Gobierno Estatal, específicamente en la Explanada de los Héroes, esto por la importancia social e histórica de estos espacios.

Las demostraciones de inconformidad social en el municipio tienen tres componentes básicas: por un lado, la inseguridad, en cualquiera de sus variantes, robos, desapariciones y violencia. Otro motivo es la creciente inconformidad por el déficit hídrico en algunas de las colonias de Monterrey, misma que puede expresarse de manera más violenta cada vez, debido al estrés colectivo que genera la escasez del líquido al igual que por la preocupación por la calidad ambiental. Por último, bloqueos por decisiones tomadas a nivel municipal, estatal o federal las cuales genera descontento en la población. Si bien la mayoría de estas demostraciones de inconformidad social se dan sí afectaciones a la población en general, se tienen registros de daños a diversas instalaciones en las manifestaciones asociadas a la conmemoración del día internacional de la mujer, es importante que la dirección de protección civil cuente con estrategias, planes y programas de acción ante este tipo de fenómenos.





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Atlas Municipal de Riesgos



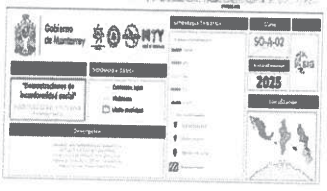


Imagen PSO-01-5. Manifestación en conmemoración del día de la mujer en Macroplaza, 2023



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

16.2. Concentraciones masivas

Introducción

Las concentraciones masivas de población se pueden presentar en distintas situaciones que pueden desencadenar o no una emergencia, derivado a la falta de adecuación y acondicionamiento por tipo de evento, sobrecupo en lugares cerrados o ausencia del programa interno de protección civil, entre otras situaciones.

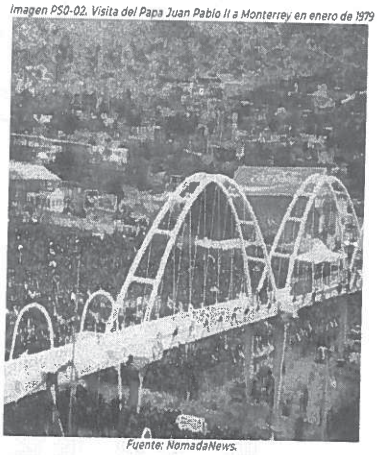
Estas pueden ser de tipo religioso, cívico, deportivo y cultural, en las cuales se realizan actividades como peregrinaciones, ferias, conciertos, fiesta brava, danzas folklóricas, rituales, desfiles cívicos y deportivos, manifestaciones, quema de juegos pirotécnicos, entre otras.

Cuando se presentan este tipo de concentraciones de población en una de estas festividades y no se toman las medidas adecuadas en materia de protección civil, se pueden provocar una serie de fenómenos de origen socio-organizativo, los cuales, si salen de control pueden generar una cadena de afectaciones como la interrupción o problemas de operación de los servicios vitales, accidentes carreteros, vandalismo, acciones de saqueo, daños a propiedad privada y equipamiento urbano, pérdidas económicas y lo más importante, pérdidas humanas.

Antecedentes

Dentro del municipio de Monterrey se tiene registros de actividad de concentración masiva principalmente por cuestiones de festividades religiosas y deportivas uno de los eventos más representativos para el municipio ocurrió en el mes de enero de 1979 cuando se recibió la 1ra visita del Papa Juan Pablo II en el conocido "Puente del Papa o San Luisito" este evento congregó cerca de 2 millones de personas.

Imagen PS0-02. Visita del Papa Juan Pablo II a Monterrey en enero de 1979



Fuente: NomadaNews.

Metodología

Mediante información proporcionada por la Dirección de Protección Civil, información compilada de medios electrónicos, análisis a través de Google Earth y recorridos de campo se localizaron los sitios donde se registran concentraciones masivas para generar niveles de peligro puntuales y realizar un análisis de los principales radios de afectación a las vialidades que se ubican a distancias cercanas a los puntos de concentraciones cartografiados, tal como lo señala la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos.

Memoria de cálculo

Mediante información proporcionada por la Dirección de Protección Civil de Monterrey, así como información de notas periodísticas, se realizó un listado con antecedentes, para identificar sitios con mayor recurrencia a esta actividad. Dichos datos incluyen:

- Lugar
- Fecha
- Descripción
- Capacidad de Personas

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Se integró en una tabla denominada catálogo de eventos y se identificó la frecuencia de los eventos.

Se elaboró un mapa con la clasificación del semáforo bajo las características de la siguiente escala de valores y colores para aquellas vialidades que se encuentran a radios de distancia de 500 m, 300 m y 100 m de los sitios susceptibles a concentraciones masivas de población.

Tabla PSO-02. Valores, escala e intensidad con colores

100	Muy Alto	
300	Alto	
500	Medio	

Fuente. Elaborado por Soluciones SIG.

Tabla PSO-02-1. Catálogo de eventos representativos donde se presentan concentraciones masivas

Basílica de nuestra señora de Guadalupe	12-octubre al 12-diciembre	Los devotos asisten a las celebraciones y en peregrinaciones durante este periodo de tiempo suman una visita de alrededor de 150,000 fieles creyentes.	2,500	Anual
Santuario de Judas Tadeo	28-octubre	Los devotos asistan a las celebraciones en el santuario	>500	Anual
Cementerios	10-mayo, 2-noviembre	Por las festividades de día de madrey día de los fieles difuntos suelen asistir bastantes personas a los cementerios.	>300	Anual
Macroplaza	Diversas	Se llevan a cabo eventos principalmente cívicos y culturales, como el grito de independencia, navidad, victorias deportivas entre otros eventos.	>50,000	Diversas
Palacio Municipal	Miércoles y viernes	Asisten los ciudadanos a exponer sus quejas a través de un programa llamado línea directa.	500	Semanal
Antiguo Palacio Municipal	Miércoles	Recinto para eventos culturales, asisten personas a escuchar a una orquesta sinfónica.	>250	Semanal
Arena Monterrey	Diversas	Principal centro de espectáculos de tipo deportivos, culturales, musicales y sociales.	17,00	Diversos
Cintermex	Diversas	Centro de convenciones, exposiciones y eventos sociales.	17,000	Semanal
Plaza de Toros	Partidos clásicos de futbol entre Tigres y Monterrey	La plaza de toros sirve como punto de reunión previo a los partidos.	2,000	Diversos
Estadio "Sultrines"	Diversas	Se realizan juegos de exhibicion de Ligas Mayores	22,000	Semanal

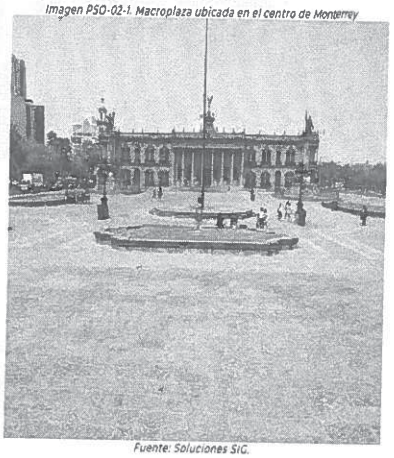
Fuente: Dirección de Protección Civil Municipal

Resultados

El mapa resultante es producto del análisis de los datos entregados por la Dirección de Protección Civil, así como su verificación en campo en el cual se encuentran representados aquellos puntos que son susceptibles a concentrar una gran cantidad de personas debido a las diversas actividades que se realizan en las inmediaciones de estos lugares, destacando que en el municipio la principales actividades que generan concentraciones masivas pertenecen a actividades religiosas seguidas de las deportivas y finalmente culturales, el mapa también muestra aquellas vias que en caso de presentarse una emergencia son susceptibles a verse afectadas debido a que la población se dispersaría hacia estas zonas por la distancia a la que se encuentran de los puntos de referencia.

Es importante resaltar que los radios de afectación plasmados en el mapa representan cada uno de los puntos de concentración ubicados por lo que se deben de interpretar de manera individual, es decir, no muestran eventos que sucedan simultáneamente. Dentro del mapa se encuentran cartografiados 97 templos católicos, 13 cementerios, 1 estadio 5 mercados, 13 casinos, la plaza de toros, la Arena Monterrey, el centro de convenciones Cintermex, 3 edificios propiedad de gobierno y la Macroplaza.

Imagen PSO-02-1. Macroplaza ubicada en el centro de Monterrey



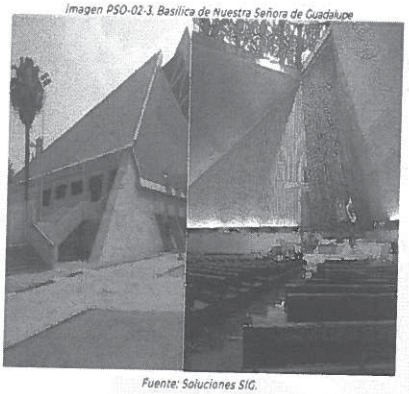
Fuente: Soluciones SIG.

276

MTY AQUÍ SE RESUELVE

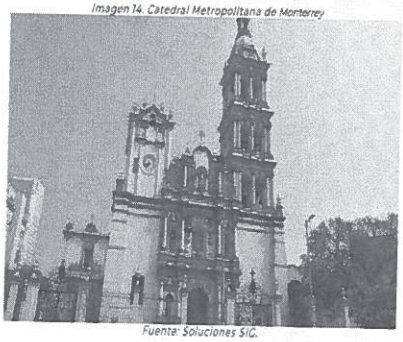
Página 278 | 403

Imagen PSO-02-3. Basílica de Nuestra Señora de Guadalupe

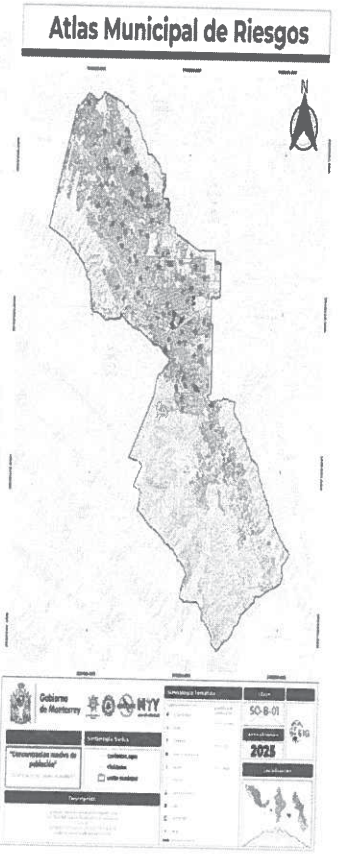


Fuente: Soluciones SIG.

Imagen 14. Catedral Metropolitana de Monterrey



Fuente: Soluciones SIG.

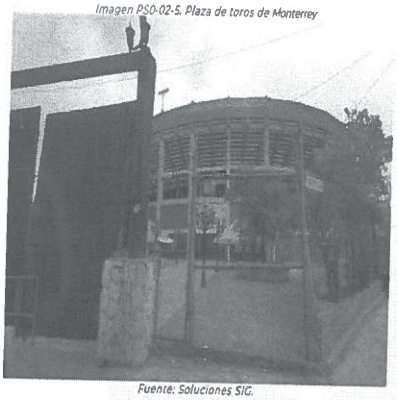


Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

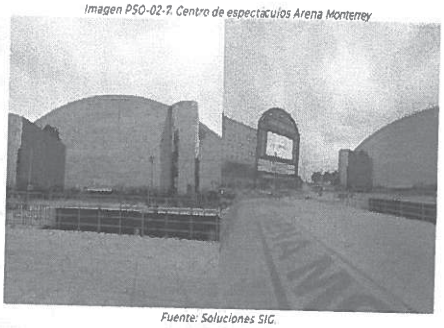
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen PS0-02-5. Plaza de toros de Monterrey



Fuente: Soluciones SIG.

Imagen PS0-02-7. Centro de espectáculos Arena Monterrey



Fuente: Soluciones SIG.

Imagen PS-02-6. Los panteones municipales son clasificados como puntos de concentración masiva



Fuente: Soluciones SIG.

Imagen PS0-02-8. Instalaciones del Palacio de Gobierno Municipal



Fuente: Soluciones SIG.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

16.3. Terrorismo y sabotaje

Introducción

De acuerdo con la Resolución 1566 del Consejo de Seguridad de la Organización de las Naciones Unidas (2004), el terrorismo se define como:

Actos criminales, inclusive contra civiles, cometidos con la intención de causar la muerte o lesiones corporales graves o de tomar rehenes con el propósito de crear un estado de terror en la población en general, en un grupo de personas o en determinada persona, intimidar a una población u obligar a un gobierno o a una organización internacional a realizar un acto o abstenerse de realizarlo.

En México de acuerdo con el código penal federal el artículo 139 indica que se impondrá pena de prisión de 6 a 40 años y hasta mil doscientos días de multa al que utilizando sustancias toxicas, armas químicas biológicas o similares o por cualquier otro medio violento, intencionalmente realice actos en contra de bienes o servicios ya sea públicos o privados o bien en contra de su actividad física, emocional o la vida de las personas que produzcan alarma, temor o terror en la población o un grupo o sector de ella, para atentar contra la seguridad nacional o presionar a la autoridad o a un particular u obligar a este para que tome una determinación.

Y en lo que comprende el tema de sabotaje el código penal federal establece en su artículo 140. Se impondrá pena de dos a veinte años de prisión y multa de mil a cincuenta mil pesos, al que dañe, destruya, perjudique o ilícitamente entorpezca vías de comunicación, servicios públicos, funciones de las dependencias del Estado, organismos públicos descentralizados, empresas de participación estatal, órganos constitucionales autónomos o sus instalaciones; plantas siderúrgicas, eléctricas o de las industrias básicas; centros de producción o distribución de artículos de consumo necesarios de armas, municiones o implementos bélicos, con el fin de trastornar la vida económica del país afectar su capacidad de defensa.

Antecedentes

De acuerdo con los informes proporcionados por la dirección de Protección Civil del municipio de Monterrey con respecto a estos fenómenos sociorganizativo, no se cuenta con antecedentes que permitan su análisis, incluso en todo el país son pocos los actos que han sido catalogados factibles para cumplir con la definición de este, la cual sigue presentando ciertas diferencias en su definición.

Metodología

La Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos sugiere los siguientes pasos pare realizar el análisis:

- La identificación del fenómeno y elaboración de una base de datos que se denominara "catálogo de eventos "que incluye datos de lugar, fecha, causas y consecuencias.
- Una vez elaborado el catálogo de eventos se procederá a identificar las frecuencias de las variables obtenidas.
- Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo.
- El mapa de la susceptibilidad por terrorismo y sabotaje debe mostrar los sitios en los que se ha afectado a la población, servicios, infraestructura o bienes, así como su recurrencia y tipo de afectación.

Resultados

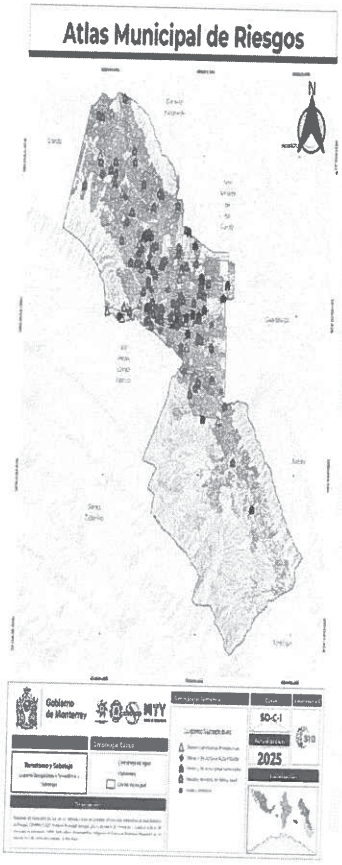
Debido a no existir antecedentes registrados por las autoridades municipales respecto a la manifestación de este tipo de eventos socio-organizativos, la realización de la presente cartografía está limitada únicamente a la ubicación de instalaciones. de infraestructura estratégica y servicios vitales que pudiesen ser el epicentro de esta clase de fenómenos, a efecto de señalar sus ubicaciones geográficas para el conocimiento de las autoridades municipales.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



16.4. Vandalismo

Introducción

De acuerdo con la "Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos", del DIARIO OFICIAL (Primera Sección, Secretaría de Gobernación; emitido el miércoles 21 de diciembre de 2016 el vandalismo, forma parte de los Fenómenos Perturbadores, integrado dentro de los fenómenos socio-organizativos, mismo que está definido como un fenómeno urbano, que se traduce en actos violentos, generalmente por un grupo de personas, con la finalidad de producir de forma voluntaria y gratuita daños materiales en propiedades tanto públicas como privadas, derivado de alguna inconformidad de tipo social, económica y política.

Así mismo se indica que el vandalismo se deriva del conjunto de conductas que infringen las normas o leyes establecidas. La violencia afecta a la población, incrementa los costos de salud y asistencia social, reduce la productividad, disminuye el valor de la propiedad, desorganiza una serie de servicios esenciales y en general deteriora las estructuras de una sociedad.

Antecedentes

Uno de los temas que han generado actos vandálicos es en eventos deportivos como el Futbol, ejemplo de esto, es el suscitado en el Estadio Tecnológico de Monterey, en el año 2016, en el partido León & Monterrey, esto derivado del segundo gol de León, en cual algunos jóvenes de la porra del Monterrey confrontaron a la porra del León, quienes empezaron a pelear entre sí, por lo que la policía ingresó a la Barra de los rayados, razón por la cual algunos jóvenes comenzaron a agredir al cuerpo policiaco; desatando una trifulca mayor en las instalaciones, resultando heridos un vigilante del estadio y un policía, mientras que varios integrantes de la porra del Monterrey fueron arrestados.

El tema del agua en Monterrey ha generado descontento social derivando en actos vandálicos. De acuerdo con el periódico El Economista, con la publicación emitida el lunes 18 de Julio de 2022, elaborada por Lourdes Flores, se informó que "durante la madrugada del pasado sábado 16 de julio, un grupo de personas quemaron todo el material y tubos que llevó Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, con el presunto objetivo de evitar que se realicen las obras que permitan captar 500 litros por segundo del Río Ramos, en el municipio de Allende Nuevo León". Dando como resultado la emisión del Decreto del Gobernador Samuel Alejandro García Sepúlveda en el cual señala que, con pleno respeto a la autonomía municipal, se ordena a las diversas corporaciones policiales de cada uno de los Municipios del

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Estado de Nuevo León, para que de inmediato estén a disposición del Secretario de Seguridad para establecer protocolos de resguardo y protección a dichas instalaciones.

En el presente año, durante la conmemoración de Día de la Mujer 2023, en la cual se reunieron 25 mil mujeres, en la Explanada de los Héroes se presentaron actos de vandalismo, culminando con el incendio de una de las puertas del Palacio de Gobierno en Nuevo León (Radio Fórmula Monterrey, 8/3/2023, por Ray Elizalde y César Rojas).

Metodología

De acuerdo con la mencionada guía de CENPRED, este fenómeno se puede estudiar mediante la siguiente metodología:

a) La representación de este tipo de eventos puede realizarse por AGEB, localidad, y municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de susceptibilidad por vandalismo se obtendrá mediante los siguientes pasos:

   a. Identificación del fenómeno y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos en un año dado incluyendo fecha, lugar (colonia o área delictiva) donde se ha presentado vandalismo, si es que no hubiera información al respecto de este fenómeno en particular, podría ser utilizada información referente a robos, asaltos, entre otras acciones delictivas, así como sus consecuencias (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.). A la base de datos elaborada se le denominará catálogo de eventos, misma que debe encontrarse en un formato adecuado para posteriormente incluirse en un SIG.

   b. Identificación de frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en cada AGEB, municipio y localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependerá de la disponibilidad de información.

   c. Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo con el número máximo de frecuencias de cada una de las variables.

b) El mapa de susceptibilidad por vandalismo y/o índices delictivos, debe ubicar los sitios (colonia o área delictiva) en donde se ha presentado: vandalismo, robos, asaltos, entre otras acciones delictivas, así como su recurrencia e impacto.

Resultados

Al momento de la elaboración del presente instrumento de prevención, el municipio de Monterrey no cuenta con información que permita realizar dicha cartografía.

16.5. Accidentes aéreos, marítimos y terrestres

Introducción

Los accidentes de transporte son los que producen el mayor número de pérdidas humanas, ya sea urbano o interurbano. Las medidas de prevención para estos peligros están relacionadas con la adopción de prácticas adecuadas de transporte, organización, operación y vigilancia, que son propias de cada actividad específica aunado al incremento de una cultura de vialidad y de prevención de parte de los habitantes.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2005 adoptó el Día Mundial en Recuerdo de las Víctimas de Accidentes de Tráfico, el cual se conmemora el tercer domingo del mes de noviembre. Desde entonces se ha extendido a diversos países en todos los continentes, lo que le ha permitido convertirse en un instrumento que ofrece la oportunidad para reflexionar sobre las causas y consecuencias de los hechos de tránsito, así como la labor de los servicios de apoyo y rescate, de los esfuerzos desplegados en todo el mundo para reducir las muertes por accidentes de tránsito. Además, permite concientizar sobre la devastación económica que producen estos siniestros ya que cuestan a la mayoría de los países el 3% de su PIB según la estimación de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Antecedentes

El Estado de Nuevo León cuenta con un parque vehicular de casi 3 millones de vehículos de motor registrados en circulación, de los cuales 2.2 millones son automóviles de uso particular, mientras que las unidades destinadas al transporte público de pasajeros apenas alcanzan los 2,800 camiones, según los registros del INEGI (2021).

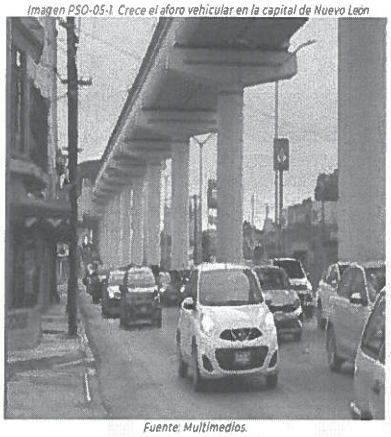
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

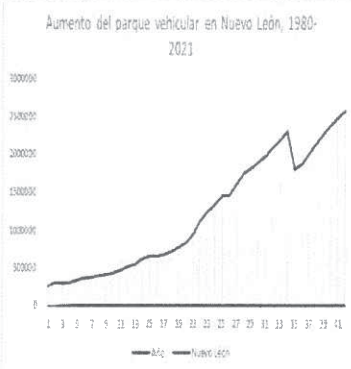
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen PSO-05-1. Crece el aforo vehicular en la capital de Nuevo León



Fuente: Multimedios.

Gráfica PSO-05-1. Aumento del parque vehicular en Nuevo León, 1980-2021



Fuente: INEGI, Vehículos de motor registrados en circulación, 2021

Sumado a que el aforo vehicular ha crecido exponencialmente en el municipio de Monterrey, se debe de considerar también la poca cultura vial de los citadinos, ya que, en los últimos registros de incidentes viales, la mayor parte de los accidentes fue por conducir a un exceso de velocidad, además de encontrarse bajo los efectos de bebidas alcohólicas o estupefacientes.

La avenida Garza Sada es un foco rojo de incidentes, ya que en los registros y noticias es donde mayormente se han visto involucrados incidentes de este tipo.

Imagen PSO-05-2. Accidente automovilístico en Garza Sada



Fuente: El Imparcial Noticias.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Metodología

Este fenómeno se analiza según los antecedentes de CENAPRED 2016 y conforme a la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas Nacional de Riesgos, publicado por el Diario Oficial de la Federación con fecha del 8 de noviembre de 2016.

Se consideraron datos consignados en las bases del registro de accidentes viales de INEGI para 2019, 2020 y 2021, así como el registro de vehículos de motor en circulación de la misma dependencia, esto con la finalidad de organizar la información y elaborar resúmenes de datos gráficos que se compararon con los datos consultados de la base de Datos Abiertos del Municipio de Monterrey, en la que se tomaron en cuenta los datos vectoriales de aquellas emergencias relacionadas con accidentes vehiculares de tránsito.

Memoria de cálculo

Como se mencionó anteriormente, se llevaron a cabo el análisis de los registros de los vehículos inscritos en la entidad estatal, así como en la municipal. Dichos datos fueron obtenidos de las bases de datos del INEGI y se unieron con las correspondientes a la base de datos que el personal de Protección Civil de Monterrey proporcionó de su red de datos abiertos.

Dicha base de datos de Protección Civil fue trabajada con las incidencias registradas a partir del mes de julio del 2022, lo que fue de ayuda para complementar con los registros de INEGI que abarcan desde 2019 hasta 2021.

Con la información procedente de Protección Civil, se construyó el mapa con una malla hexagonal, donde se toman en cuenta la cantidad de accidentes correspondientes a 1 hectárea, ya que los registros abarcan más de 500 accidentes dentro de la base de datos. Es decir, cada hexágono abarca una hectárea de distancia en la que se ha presentado un accidente.

Resultados

Se elabora un compendio de datos de hechos y eventos relacionados a accidentes terrestres en el municipio de Monterrey, de los que se incluyen los datos recopilados de 2019, 2020 y 2021

de las bases de datos de INEGI, tomando en cuenta a los automóviles de tipo particular, ya que, al ser el municipio con mayor cantidad de autos, éstos son los que, tras las cifras oficiales, están directamente involucrados en ser autores y secundarios en estos siniestros.

De acuerdo con los tabulados de INEGI, en los tres años se manejan clasificaciones numéricas para los tipos de accidentes, la cantidad de autos que se vieron involucrados, así como el sexo del o la conductora del vehículo implicado.

Por lo tanto, la tabla que se muestra a continuación corresponde a los años 2019 a 2021 en la que se muestran los accidentes totales por cada tipo, así como el sexo del responsable implicado. Cabe mencionar que el N/D corresponde a No Disponible, ya que, son aquellos responsables que se dieron a la fuga tras el percance.

Tabla PSO-05-I. Accidentes registrados 2019-2021

Tipo de Accidente	N/D	Hombre	Mujer	N/D	Hombre	Mujer	N/D	Hombre	Mujer
1. Colisión con vehículo automotor	1,303	16,203	5,742	1,153	12,282	3,373	1,291	28,768	12,006
2. Colisión con peatón (atropellamiento)	189	503	101	126	347	66	148	742	152
3. Colisión con animal		3	0		1		2	10	
4. Colisión con objeto fijo	1,404	2,793	617	744	2,154	436	669	3,740	1,167
5. Volcadura	71	252	60	47	255	50	62	532	171
6. Caída de pasajero	10	99	3	8	46	4	6	102	6
7. Salida del camino	6	15	3	-	9			10	
8. Incendio	19	20	4	12	12	3	10	48	3
9. Colisión con Ferrocarril	141	1,043	187	121	1,122	187	-	2	
10. Colisión con motocicleta	13	82	6	15	84	13	144	2,320	624
11. Colisión con ciclista	46	6		12	5		23	140	33
12. Otro							11	36	9

Fuente: INEGI, Base Municipal de Accidentes Georreferenciados, 2019, 2020 y 2021.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

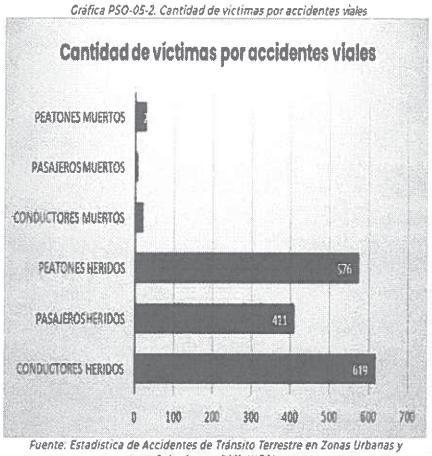
283

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gráfica PSO-05-2. Cantidad de víctimas por accidentes viales



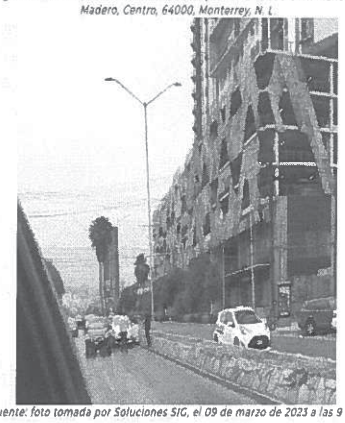
Fuente: Estadística de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas, 2021. INEGI.

Como se destaca en la tabla, los accidentes relacionados con colisiones con vehículo automotor son los más comunes, seguidos por los accidentes relacionados con un objeto fijo, para los años de 2019 y 2021, ya que en 2020 se ve una disminución en los siniestros, debido (probablemente) al periodo de cuarentena por la aparición del virus SARS-COVID 19.

Los accidentes terrestres relacionados con choques, ya sea con objetos fijos o en movimiento, son los que más ocurren dentro del municipio, dejando cifras elevadas de personas heridas y en algunos casos, fallecimientos.

Se exhorta a tomar medidas de prevención de accidentes automovilísticos, ya que, en los últimos meses se han registrados más incidentes en los que alguna persona pierde la vida, por lo que se deben de tomar las precauciones necesarias, así como recordarles a los conductores las medidas de prevención y los límites de conducción en cada una de las vialidades.

Imagen PSO-05-3. Percance entre dos autos particulares sobre Av. Francisco I. Madero, Centro, 64000, Monterrey, N. L.



Fuente: foto tomada por Soluciones SIG, el 09 de marzo de 2023 a las 9 am.

Imagen PSO-05-4. Vehículo impacta a otro vehículo haciendo que pierda el control y se impacta contra un poste de luz entre las calles de Aztlán y Agua Prieta en la colonia Plutarco Elías Calles



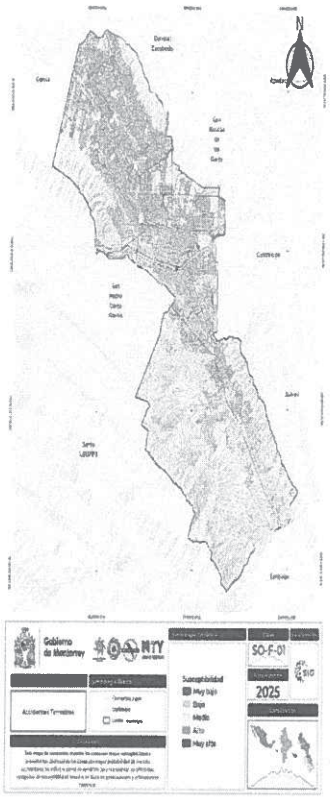
Fuente: González Víctor, para MILENIO.

Gobierno de Monterrey

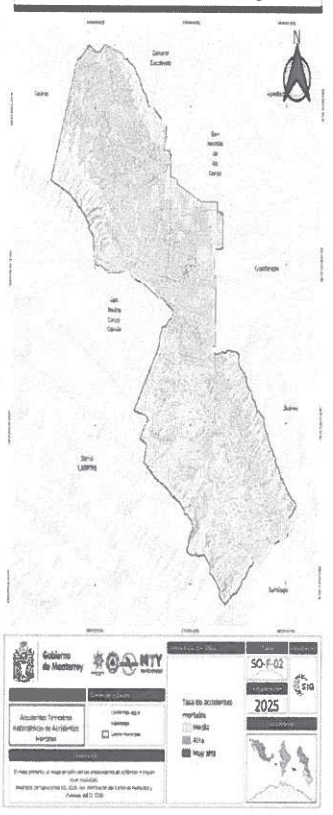
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

16.6. Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica

Introducción

La infraestructura estratégica "es aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos, y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional", conforme al artículo 2 fracción XXXI de la LGPC. La suspensión o disminución de este tipo de servicios en este caso será producto del error humano (desconocimiento de los procesos, distracción y cansancio entre otros), "Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos, del DIARIO OFICIAL (Primera Sección, Secretaría de Gobernación; emitido el miércoles 21 de diciembre de 2016".

Antecedentes

En el municipio de Monterrey no se ha tenido registro de incidencias que afecten a alguna instalación estratégica, por lo tanto, la población no se ha visto afectada en la provisión de bienes y servicios públicos.

Metodología

De acuerdo con la mencionada guía de CENPRED, este fenómeno se puede estudiar mediante la siguiente metodología:

a) La interrupción o afectación de servicios básicos o instalaciones estratégicas producto de errores humanos pueden afectar a un gran número de personas, y se puede presentar principalmente por falta de mantenimiento, desabasto de combustibles, accidentes, etc.
b) La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad y/o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de susceptibilidad por interrupción de servicios se obtendrá de la siguiente manera:

   a. Ubicar mediante el uso de un SIG las instalaciones estratégicas y de servicios básicos de la localidad y/o municipio, de acuerdo a la información disponible. Posteriormente, cuantificar el número de veces que se ha presentado interrupción de servicios, producto del error humano.

   b. Capturar las cifras y estadísticas, referente al número de eventos por interrupción de servicios o instalaciones estratégicas por motivo de errores humanos, en hoja de cálculo y/o base de datos, que faciliten su incorporación en un sistema de información geográfico.

   c. Calcular frecuencias y tasas de ocurrencia, así como la elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios y localidades o con diferentes tasas de eventos o de acuerdo con el número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, número de interrupciones anuales, por cada mil personas en cada municipio y/o localidad, dependiendo de la disponibilidad de información.

c) El mapa de susceptibilidad por interrupción de servicios, debe permitir visualizar las instalaciones estratégicas y proveedoras de servicios, así como la recurrencia de su interrupción y tipo de afectación.

Resultados

Al momento de la realización del presente instrumento de prevención, el gobierno del municipio no cuenta con la información necesaria para realizar este análisis.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

17. INVENTARIO DE BIENES EXPUESTOS

La información de sistemas expuestos tiene por objetivo identificar las características de los elementos existentes en el territorio y que son propensas a daños o afectaciones en caso de la incidencia de fenómenos perturbadores, su reconocimiento es, en primera instancia un método para reconocer los activos productivos o que prestan servicios en el municipio, así como el reconocimiento de las zonas con mayor exposición y bienes expuestos.

En el presente apartado se describe brevemente la dinámica de concentración de giros económicos de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), lo cual permitirá determinar los sistemas expuestos como zonas propensas al daño implicando un costo social por tipo de giro.

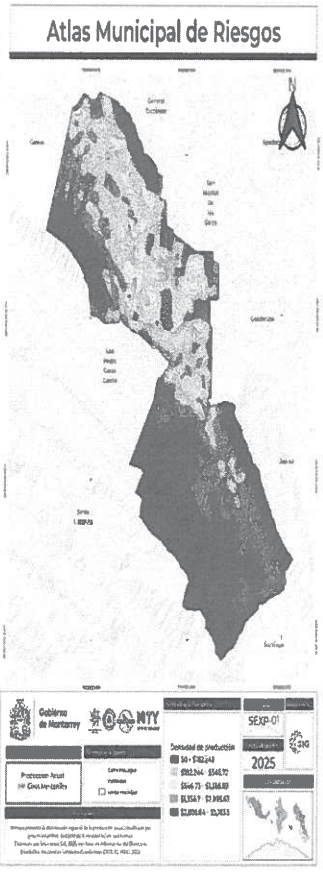
Para la estimación de producción económica se emplearon fuentes de información tales como el directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) 2020 y el Censo económico 2019 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Gracias a la clasificación del SCIAN del DENUE del INEGI, se realizó una estimación de producción per cápita considerando los rangos de población empleada identificada en la base de datos y el valor de la producción a rama de actividad de la clasificación SCIAN de las actividades económicas. La producción per cápita es la razón que resulta de la división entre la producción económica de cada subsistema y la población empleada estimada total de dicho subsistema.

El proceso se validó a partir de una metodología propuesta por el Colegio de México en el documento de investigación SEGURIDAD HÍDRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO: RIESGOS DE INUNDACIONES, Fase 1, Diagnóstico. Donde se establece una metodología para estimar la producción por giro con los datos disponibles en el Censo Económico y la misma información del DENUE.

El método permite establecer una razón de producción por giro, la cual se estimó anualmente y por día, donde se identifican núcleos de alto valor productivo en el territorio no concentrados solamente en el centro o sur industrial, sino ampliamente distribuido en el municipio de Monterrey.

El mapa de producción diaria por giros es resultado de una interpolación de Kernel que permite reconocer por área la concentración acumulada del valor de producción estimado en cada giro.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

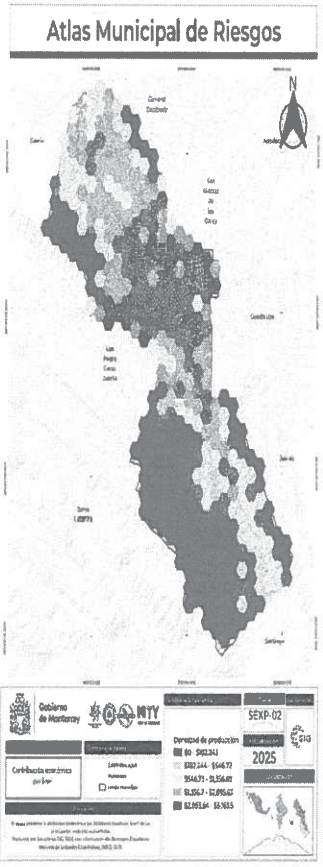
Con base en el Censo Económico 2019 e información DENUE se estimó la contribución económica por Km2 que se genera al año, con base a los 19 Sectores pertenecientes al municipio. Esto para visualizar en que zonas se concentra la mayor y menor contribución económica.

De acuerdo con los resultados del siguiente mapa, la mayor contribución se concentra en la zona centro del municipio, y sus alrededores, mientras que las zonas cercanas al límite del municipio se clasifican con la menor contribución económica.

Para el mapa de establecimientos con Plan de Contingencia, la Dirección de Protección Civil Municipal proporcionó información de la ubicación de los establecimientos que han registrado este instrumento ante la autoridad municipal.

Los planes de contingencia son un instrumento básico en la gestión de riesgos, estos enuncian los roles y las responsabilidades de las brigadas internas de protección civil, para la prevención y respuesta ante una situación de emergencia en el establecimiento.

La existencia y puesta en práctica de estos instrumentos, fortalece la resiliencia del municipio ante situaciones de emergencia, al diversificar y corresponsabilizar a los primeros respondientes.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Se obtuvieron los costos promedio de reposición por metro cuadrado, para los equipamientos del sector deportivo, salud y educativo, a partir de los datos publicados en los Atlas de Peligros y Riesgos de los municipios de Torreón (Coahuila), Celaya (Guanajuato) y El Marqués (Querétaro).

Con la información del DENUE, de la carta de zonificación secundaria de Uso de Suelo del municipio, así como de los inventarios de equipamientos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Humano y Equidad Sustantiva de Monterrey, se obtuvieron las ubicaciones de las instalaciones de los respectivos sectores.

Sector educativo

Inmuebles destinados a la educación básica, educación media superior y educación superior bajo la jurisdicción del gobierno estatal, y en caso de un siniestro o desastre de origen natural es atribución del Estado restablecer, recuperar, rehabilitar o reconstruir si es que se presentan daños estructurales.

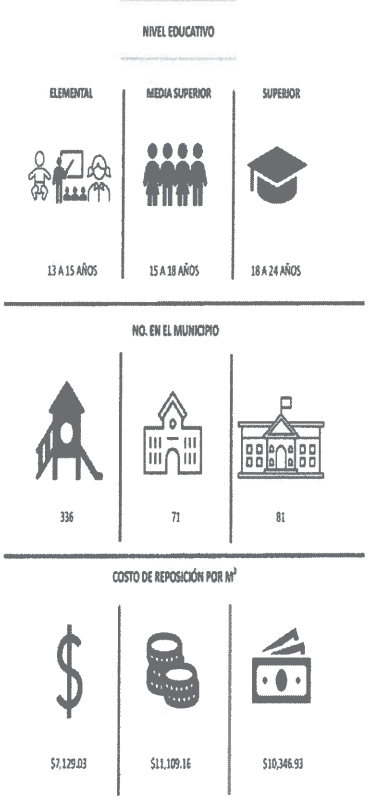
En el sector educativo se manejó el nivel elemental, media superior y superior. El nivel elemental incluye desde el preescolar, primaria, secundaria y en algunas ocasiones educación especial, este periodo consta de diez años.

En la educación media superior comprende el bachillerato general, tecnológico y profesional técnica, tiene una duración de dos a cuatro años.

Por su parte en la educación superior se forman profesionales de la ciencia, tecnología, ciencias sociales, cultura y la docencia. Comprende niveles de técnico especializado, licenciatura y posgrado.

En la siguiente imagen se muestran los tres niveles educativos, el número de estos y el costo de reposición por metro cuadrado.

Imagen SE-05-1. Niveles educativos en el municipio y su costo de reposición por m2



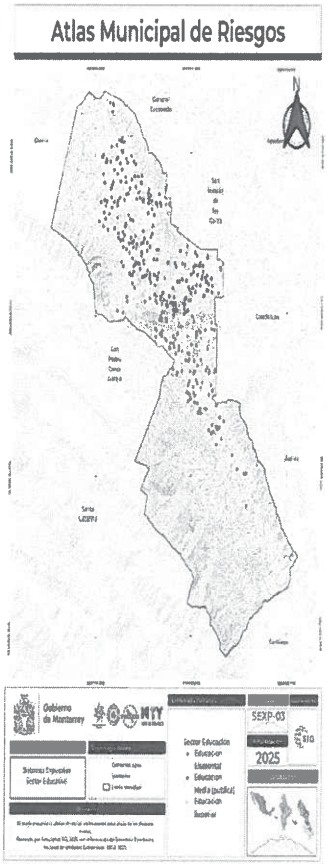
Fuente: Soluciones SIG.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



Sector salud

El sector de salud cuenta con una estructura de clasificación, organizándose en tres grupos. El primer nivel se refiere a policlínicas, centros de salud, consultorios y otros, donde asisten profesionales como Médicos Familiares y Comunitarios, Pediatras, Ginecólogos, Médicos Generales. En el segundo nivel se ubicaría, al igual que en el nivel de atención, a los hospitales con especialidades como Medicina Interna, Pediatría, Ginecología, Cirugía General, Psiquiatría, etc. El tercer nivel se refiere a establecimientos que realizan prestaciones médicas y quirúrgicas con presencia de subespecialidades de éstas, que se caracterizan por un uso intensivo de recursos humanos y equipamientos, con la realización de procedimientos complejos y uso de alta tecnología.

El inventario de centros de salud del municipio se desglosó conforme a la siguiente tabla:

Tabla SE-05-1. Hospitales municipales y su tipología

Centro de Salud Terminal	Medicina General, Estomatología, Ginecobstetricia, Medicina Interna, Pediatría, Psicología	Primer nivel
Centro de Salud	Medicina general	Primer nivel
Estanzuela	Actividades de médicos y odontólogos, Actividades de la administración pública en general, Médicos y Cirujanos	Primer nivel y segundo nivel
Clínica Hospital Sección 50	Pediatría, ginecología y obstetricia, medicina general de urgencias, cirugía general, etc.	Segundo nivel
Centro De Salud Plutarco	Medicina General, Estomatología, Cirugía	Primer nivel y segundo nivel
Elías Calles	General, Pediatría, Ginecobstetricia, otras especialidades	Segundo nivel
IMSS Clínica no. 39	Consulta externa	Segundo nivel
Servicios Médicos Municipales de Monterrey	Hospital general	Primer nivel
Centro de Salud Carracci	Medicina general	Primer nivel
UNEME Pediátrica	Pediatría	Segundo nivel
Organismo descentralizado	Medicina general	Primer nivel
Organismo descentralizado	Medicina general	Primer nivel
Organismo descentralizado	Medicina general	Primer nivel

Fuente: Datos generados por la Secretaría de Desarrollo Humano y Equidad Sustantiva.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

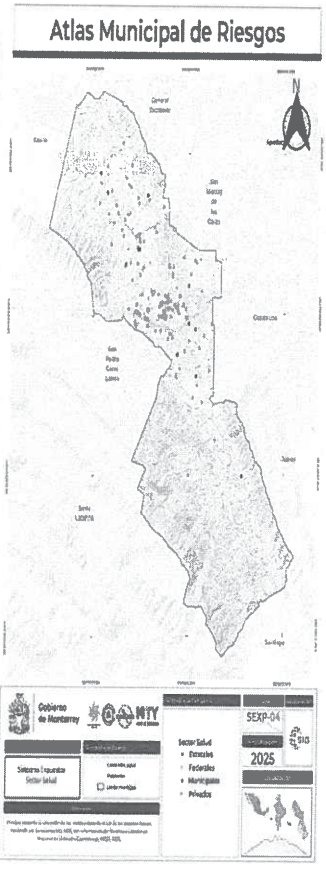
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Además, el municipio reporta 13 centros de salud bajo su gestión, donde ofrecen servicios básicos y principalmente canalización a servicios especializados solicitados en un 80% por ciudadanía forense. En cuanto al análisis del equipamiento de Salud, fueron categorizados por el nivel de atención, donde los costos globales por cada nivel se representan en la imagen.

Imagen SE-05-2. Costos de reposición para el ser sector salud



Fuente: Soluciones SIG.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

291

Gobierno de Monterrey

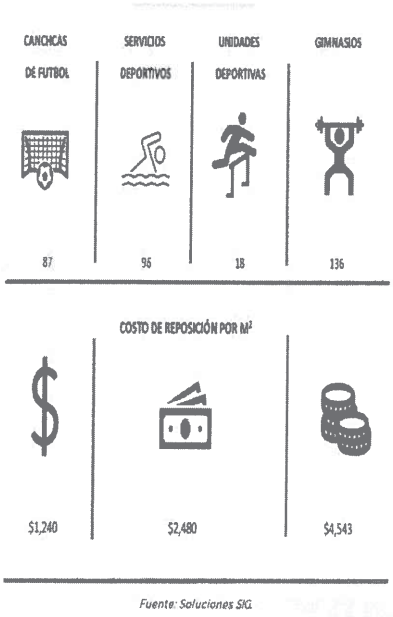
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

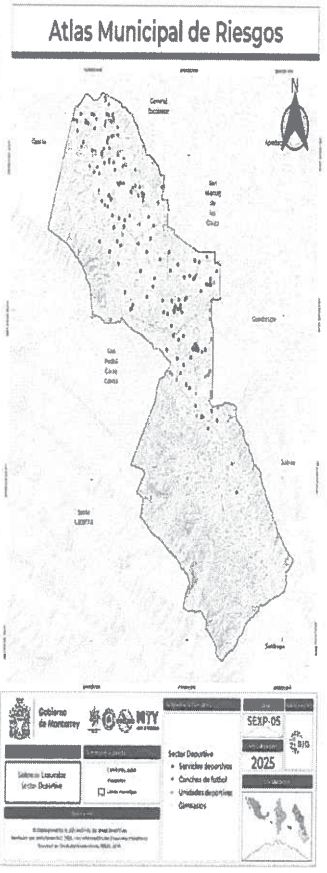
Sector deportivo

Todo tipo de canchas, deportivos, unidades o instalaciones deportivas a cargo del Estado o municipio y que fungen como equipamiento de integración social.

Imagen SE-05-3. Costos de reposición del sector deportivo por m²



Fuente: Soluciones SIG.



292

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos

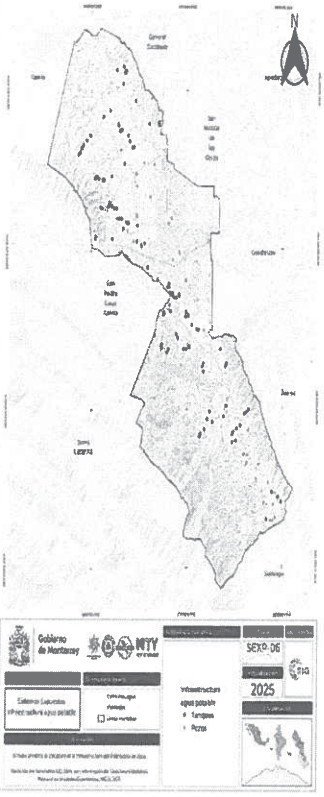
Sector hidráulico

En este apartado se presentan las ubicaciones de la infraestructura de tanques de almacenamiento de agua potable y pozos de agua existentes en el Municipio de Monterrey.

Tabla SE-05-2. Infraestructura de agua potable

Pozos	34
Tanques de Almacenamiento	124

Fuente: Portal de datos abiertos del gobierno de Monterrey y Conagua.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

293

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Mercados Públicos

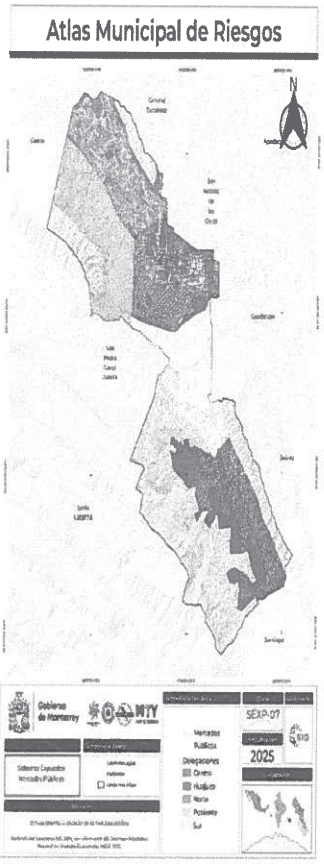
El siguiente mapa representa la extensión en número de cuadras de los mercados públicos sobre ruedas que se instalan en el municipio, dicha información fue proporcionada por la Dirección de Mercados de la Secretaría del Ayuntamiento del municipio.

En la siguiente tabla se muestra el número de mercados que hay en la zona Norte, Poniente, Sur, Centro y Huajuco.

Tabla SE-05-3. Mercados públicos de Monterrey

Norte	175
Poniente	34
Centro	55
Sur	48
Huajuco	6

Fuente: Datos generados la Dirección de Mercados de Monterrey



294

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

18. VULNERABILIDAD

De acuerdo con la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Municipales de Peligros y Riesgos (CENAPRED, 2006) se entiende como vulnerabilidad la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador natural o antropogénico, es decir el grado de pérdidas esperadas. En términos generales existen dos tipos de vulnerabilidad la social y la física las cuales se describen a continuación. La Vulnerabilidad se esclarece como el grado de afectación procedente de la incidencia de algún fenómeno perturbador, la magnitud de un desastre depende en gran medida de la vulnerabilidad que presenta una población. Diferentes condiciones sociales, económicas, físicas y políticas contribuyen a la posible generación de afectaciones (Wilches-Chaux, 1993; Cardona, 2003).

18.1. Vulnerabilidad social

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) define la vulnerabilidad social como la capacidad que tiene la sociedad para evitar daños a los bienes expuestos ante el impacto de un fenómeno perturbador y la capacidad de recuperarse del mismo. Además, la vulnerabilidad social ante un desastre estará definida por una serie de factores económicos, sociales y culturales, los cuales determinan en qué grado un grupo social tiene la capacidad para atender una emergencia, recuperarse y rehabilitarse ante un desastre.

Para obtener el grado de vulnerabilidad social ante un fenómeno perturbador, se utilizan una serie de variables socioeconómicas y una evaluación a la capacidad de respuesta y prevención, por parte de las autoridades gubernamentales, y otra a la percepción local de riesgo por parte de la población. Todo lo anterior basado y alineado con la metodología propuesta por CENAPRED.

Dentro del análisis de las condiciones socioeconómicas, se hace uso de diferentes indicadores, separados en grupos temáticos de Salud, Educación, Vivienda, Población y Empleo e Ingresos, con los cuales es posible obtener parte del grado de vulnerabilidad social a una escala municipal. Por otra parte, se hace uso de los mismos grupos temáticos con los indicadores disponibles a nivel de manzana urbana y localidades con el fin de identificar cómo es su comportamiento al interior del municipio y proveer de herramientas en la toma de decisiones locales.

Condiciones socioeconómicas por indicadores de vulnerabilidad

Las condiciones socioeconómicas se analizan a través de 18 indicadores que integran cinco temáticas: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, acorde con la metodología del CENAPRED. Los indicadores se construyen con la información más actual, a nivel municipal del Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020; la Encuesta Intercensal de INEGI 2015; información del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) 2010; datos del Consejo Nacional de Población, incluidos en el Informe de Desarrollo Humano 2010-2015 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y a nivel urbano del Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020.

Cada uno de los cinco componentes constituye el 10% del índice de Vulnerabilidad Social, en conjunto el 50%. El otro 50% se integra con la información adquirida por las capacidades de respuesta y percepción local presente en el municipio. Con base a la metodología del CENAPRED (SEGOB/CENAPRED, 2014), se asigna un grado de vulnerabilidad a cada uno de los indicadores a nivel municipal que integran los componentes de vulnerabilidad social.

Dentro del análisis espacial se integra una cartografía de cada una de las temáticas que integran a la Vulnerabilidad Social: Salud, Educación, Vivienda, Población y Empleo e Ingresos; en una sola cobertura relativa a las condiciones socioeconómicas presentes en el municipio. En la cartografía de la caracterización social, antes mostrada, se aprecia la representación espacial de los indicadores que integran la vulnerabilidad en el interior municipal, se clasificó conforme los intervalos y grados de vulnerabilidad establecidos por el CENAPRED en 2014 y en aquellos indicadores que se anexaron como personas con discapacidad, se utilizaron procesos estadísticos de cortes naturales para identificar el comportamiento de cada indicador en el territorio.

El valor de vulnerabilidad de los indicadores se clasifica en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo grado de vulnerabilidad, donde un alto grado representa peores condiciones socioeconómicas y un bajo grado mejores condiciones.

Clasificar la vulnerabilidad al interior del municipio facilita la toma de decisiones a nivel local al identificar zonas específicas con menor o mayor vulnerabilidad, ya que el asignar un solo valor municipal, no identifica las diferentes condiciones presentes en las localidades y manzanas del territorio.

Sin embargo, existen indicadores disponibles únicamente a escala municipal, como es el caso de: Médicos por cada 1,000 habitantes; Tasa de Mortalidad Infantil; Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón; Déficit de Vivienda; Porcentaje de la

MTY AQUÍ SE RESUELVE

PEA que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos, por tanto, el grado de vulnerabilidad se elabora con la información disponible en las fuentes oficiales.

De esta forma, las áreas identificadas con altos grados de vulnerabilidad necesitan albergar la mayor atención para reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de resistencia de su población mediante la ejecución oportuna de programas sociales, infraestructura, etc. Conjuntamente, se necesitan enfocar esfuerzos, recursos de gestión y planeación para mejorar la prevención en lo referente a la acción civil y gubernamental.

Características sociales y económicas por componente temático

Este apartado muestra un análisis por componente temático, en el cual se presenta a nivel municipal la información estadística obtenida para cada indicador utilizado y clasificado conforme a los rangos establecidos por el CENAPRED. A nivel local se muestra un análisis espacial de cada componente temático mediante la integración de indicadores, resultando en una cartografía por componente temático.

Componente Salud

El presente componente revela el desarrollo socioeconómico y grado de vulnerabilidad presente en el municipio al valorar el acceso y la capacidad de atención a servicios básicos de salud que la población asume. Los indicadores que constituyen este componente son los siguientes: 1) Cobertura de servicios de salud (médicos por cada 1000 habitantes); 2) Porcentaje de población no derechohabiente; 3) Tasa de mortalidad. A continuación, se presenta una tabla a modo de resumen en la que se identifican las fuentes de las variables que son empleadas y el proceso de construcción de cada uno de los indicadores.

Tabla VS-01-1. Variables y fuentes para indicadores del sector salud

Cobertura de servicios de salud (médicos por cada 1,000 habitantes)	La proporción de médicos por mil habitantes se adquiere de la multiplicación del numero de médicos por mil y se divide entre el total de la población.	Informe de índice de las Ciudades Prósperas (CPI) bajo el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-hábitat, 2018.
Tasa de mortalidad infantil	El resultado se obtiene de dividir el número de defunciones de niños menores de un año en un periodo determinado, entre los nacidos vivos en el mismo periodo y el resultado se multiplica por 100.	Información del IMPLAN de Monterrey, tomado del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) de la Secretaría de Salud.
Porcentaje de la población no derechohabiente	Dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por 100.	Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

Fuente: Soluciones SIG.

La siguiente tabla identifica los valores de los indicadores en Monterrey con su calificación de vulnerabilidad y la clasificación de cada factor en el sector salud, de acuerdo con la metodología establecida por CENAPRED, 2014.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

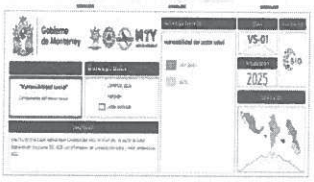
Tabla VS-01-2. Valores de los indicadores en Monterrey con su calificación de vulnerabilidad

Cobertura de servicios de salud (médicos por cada 1,000 habitantes)	0.20 a 0.33 médicos por cada 1000 habitantes	Muy Alto	1		
	0.4 a 0.59 medicos por cada 1000 habitantes	Alto	0.75		
	0.6 a 0.79 médicos por cada 1000 habitantes	Medio	0.50		
	0.8 a 0.99 médicos por cada 1000 habitantes	Bajo	0.25		
	Uno o más medicos por cada 1000 habitantes	Muy Bajo	0	5.43	0
Tasa de mortalidad infantil	17.2% a 27.1%	Muy Bajo	0.25	10.8	0
	27.2% a 37.0%	Bajo	0.50		
	37.1% a 47.0%	Medio	0.50		
	47.1% a 56.9%	Alto	0.75		
	57.0% o más	Muy Alto	1		
Porcentaje de población no derecho habiente	17.63% a 34.10%	Muy Bajo	0.25	15.80	0
	34.11% a 50.57%	Bajo	0.50		
	50.58% a 67.04%	Medio	0.50		
	67.05% a 83.51%	Alto	0.75		
	+83.52%	Muy Alto	1		
Muy Bajo			0		

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG SA de CV Con base en el formato de CENAPRED, 2014. Datos de CONAPO incluidos en Informe de Desarrollo Humano 2010-2015 y Censo de Población de Vivienda de INEGI, 2020.

Como se puede observar en el mapa, el municipio de Monterrey se visualiza en su gran mayoría bajo un comportamiento de muy bajo nivel de vulnerabilidad en el componente de salud a nivel de manzanas, aunque también se pintan algunas manzanas en un nivel de bajo nivel de vulnerabilidad dentro de la zona aledaña al cerro de Topo Chico, el Río Santa Catarina y unas cuantas manzanas en la zona Sur del municipio.





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Componente Educación

La educación que asumen la población contribuye en el bienestar personal y en las acciones preventivas y reactivas que ésta presenta frente a riesgos a desastres. Los tres indicadores que este componente considera son: 1) Porcentaje de analfabetismo; 2) Porcentaje de la demanda en educación básica (Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela); 3) Grado promedio de escolaridad (CENAPRED, 2014).

El método de obtención y clasificación de los indicadores socioeconómicos construidos para medir el componente educación de la vulnerabilidad social en el municipio sigue la metodología propuesta por la "Evaluación de la Vulnerabilidad Social" del Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED (2014). En la siguiente tabla se muestran los indicadores a utilizar en este componente, además del método de obtención y la fuente de donde proviene la información.

Tabla VS-01-3. Variables y fuentes para indicadores del sector educación

Porcentaje analfabetismo	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.	Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020.
Porcentaje de demanda en educación básica	Se estima dividiendo la matrícula de educación básica (primaria y secundaria) entre la población de 6 a 14 años, rango de edad de asistencia a dichos niveles educativos.	
Grado Promedio de Escolaridad	El INEGI elabora este indicador. 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 mas. Considera 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.	

Fuente: elaborado por Soluciones SIG S.A de C.V., con datos de CENAPRED 2014.

Los valores obtenidos para cada uno de los indicadores se muestran a continuación, además de todos los intervalos disponibles y la calificación correspondiente para el municipio.

Tabla VS-01-4. Valores de los indicadores en Monterrey con su calificación de vulnerabilidad, sector educación

Porcentaje de analfabetismo	1.07% a 15.85%	Muy Bajo	0.25	0.65%	0
	15.86 a 30.63%	Bajo	0.50		
	30.64% a 45.41%	Medio	0.50		
	45.42% a 60.19%	Alto	0.75		
	+60.20%	Muy Alto	1		
Porcentaje de la demanda en educación básica	42.72% a 54.17%	Muy Alto	1	27.26%	1
	54.18% a 65.62%	Alto	0.75		
	65.63% a 77.07%	Medio	0.50		
	77.08% a 88.52%	Bajo	0.25		
	+88.52%	Muy Bajo	0		
Grado promedio de escolaridad	1 a 3.2	Muy Alto	1	11.1	0
	3.3 a 5.4	Alto	0.75		
	5.5 a 7.6	Medio	0.50		
	7.7 a 9.8	Bajo	0.25		
	+9.9	Muy Bajo	0		
Grado de Vulnerabilidad del Sector Educación				Bajo	

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG SA de CV Con base en el formato de CENAPRED 2014. Censo de Población de Vivienda de INEGI, 2020.

El siguiente mapa nos muestra un porcentaje de analfabetismo del 0.65% lo cual es un indicativo de Muy baja vulnerabilidad en este indicador. Por su parte, la demanda de educación básica se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alta, ya que no todos los niños de entre 6 a 14 años asisten a la escuela, por lo que se debe de prestar atención a este rubro de la población. Por último, el grado promedio de escolaridad en el municipio es de 11.1, lo que nos indica que el municipio presenta un grado bajo de vulnerabilidad para este indicador, lo que lo posiciona con una calificación de 0. El total municipal para este componente sería de 1, pues únicamente el indicador de grado promedio de escolaridad es el que sumó, los otros dos indicadores tuvieron calificación de cero.

Con base en el indicador que sumó, el municipio de Monterrey se encontraría en un nivel alto de vulnerabilidad en el componente de educación, pero el mapa nos muestra un resultado más indicativo hacia la baja vulnerabilidad que en alta. En general, el componente de educación, la vulnerabilidad que presenta el municipio es baja. Si bien el indicador de demanda de educación básica es alto, si se tiene en cuenta la comparativa con el grado promedio de escolaridad en el municipio se puede complementar la educación general, por lo que no se podría hablar de un rezago educativo.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG



Vivienda

El componente de vivienda es utilizado debido a que es donde se desarrolla gran parte de la vida, además, las características de la vivienda determinan la calidad de vida que tienen las personas que en ella habitan. La vulnerabilidad de una vivienda se refleja tanto en los materiales de construcción como en los servicios básicos con los que cuenta o bien, de los que carece. Los indicadores que se utilizan para este componente se describen a continuación:

Tabla VS-01-S. Variables y fuentes para indicadores del sector vivienda

Porcentaje de vivienda sin servicio de agua entubada	Este porcentaje 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. $\%VNDAE = \frac{TVNDAE}{TVPH} * 100$ Donde: %VNDAE: Porcentaje de Viviendas que no Disponen de Agua Entubada. TVNDAE= Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada TVPH: Total de Viviendas Particulares Habitadas	Información de la Encuesta Intercensal de INEGI, 2015. Información del Censo de Población y Vivienda INEGI, 2020.
Porcentaje de vivienda sin servicio de drenaje	Este indicador se adquiere 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. $\%VND = \frac{TVND}{TVPH} * 100$ 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	
Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	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. $\%VNDE = \frac{TVNDE}{TVPH} * 100$ 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	
Porcentaje de viviendas con paredes de material de	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.	

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Esta variable 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.	TVPT= TVPH-TVPMDT %VPT=TVPT/TVPH*100 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 TVPMDT: Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Material Diferente de Tierra
Déficit de Vivienda	El déficit de vivienda se obtiene de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, este 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 debera ser un porcentaje	DV= (TH-TVPH+ TVPMD+TVPT)/TVP H*100

Fuente: elaborado por Soluciones SIG S.A de C.V., con datos de CENAPRED 2014.

Tabla VS-01-6. Valores de los indicadores en Monterrey con su calificación de vulnerabilidad, sector vivienda

Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	0% a 19.96%	Muy bajo	0	0.0	0
	19.97% a 39.92%	Bajo	0.25		
	39.93% a 59.88%	Medio	0.50		
	59.89 % a 79.84%	Alto	0.75		
	+79.85%	Muy alto	1		
Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	0% a 20.96%	Muy bajo	0	0.0	0
	20.97% a 40.71%	Bajo	0.25		
	40.72% a 60.46%	Medio	0.50		
	60.47% a 80.21%	Alto	0.75		
	+80.22%	Muy alto	1		
Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	0% a 19.76%	Muy bajo	0	0.0	0
	19.77% a 39.52%	Bajo	0.25		
	39.53% a 59.28%	Medio	0.50		
	59.29% a 79.04%	Alto	0.75		
	+79.05	Muy alto	1		
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0% a 19.76%	Muy bajo	0	0.0	0
	19.77% a 39.52%	Bajo	0.25		
	39.53% a 59.28%	Medio	0.50		
	59.29% a 79.04%	Alto	0.75		
	+79.05%	Muy alto	1		
Déficit de vivienda	1.63% a 11.72%	Muy bajo	0	0.0	0
	11.73% a 25.81%	Bajo	0.25		
	25.82% a 37.90%	Medio	0.50		
	37.91% a 49.99 %	Alto	0.75		
	+50%	Muy alto	1		

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG, con información de CENAPRED, 2014.

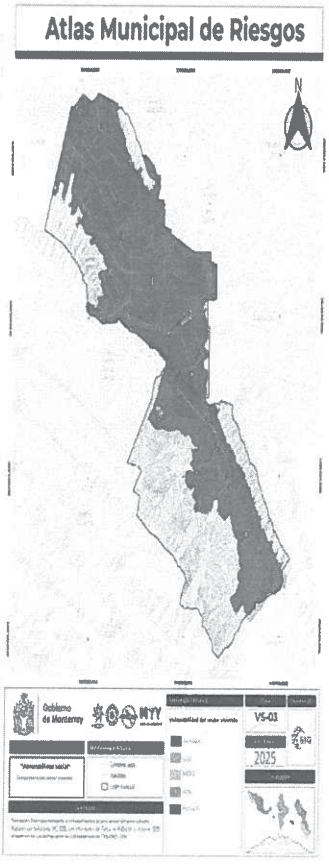
Se observa que en este componente la calificación total del municipio es de cero, lo cual nos indica que de manera general los indicadores de vivienda ocupados muestran bajos niveles de vulnerabilidad. Cabe mencionar que, dentro de estos indicadores, únicamente se tomaron en consideración 5 de los 6 establecidos en la Guía de Contenido Mínimo, debido a que la información concerniente al indicador de Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón no se encuentra disponible en los últimos registros del Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020 a nivel de manzana para que nos dé un resultado preciso y confiable de las viviendas que cuentan con este tipo de tipología de vivienda.

De manera general, el municipio en este componente presenta un grado de vulnerabilidad muy baja, obteniendo una calificación de cero en 5 posibles. En algunos casos referentes a los servicios, algunas manzanas se ven en una tonalidad de color naranja y amarillo que

MTY AQUÍ SE RESUELVE

representan un grado de vulnerabilidad alto y medio, respectivamente, en algunos servicios de vivienda.

Estos datos hacen que la vulnerabilidad de las viviendas se considere muy baja, la razón de esto es que el carecer de algún servicio considerado como básico es un factor que puede retrasar la capacidad de respuesta o las labores de atención ante una emergencia o situación de desastre, además que en el caso de no contar con los servicios de drenaje y acceso al agua aumentaría considerablemente la vulnerabilidad de la población ante enfermedades. Es por ello por lo que al ser mínima la carencia de servicios la vulnerabilidad se reduce considerablemente.



Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Componente Empleo e Ingresos

Este componente proporciona elementos acerca de la generación de ingresos para el sustento de las personas, lo que los puede ubicar en una situación de mayor o menor vulnerabilidad. También, es posible identificar la relación que hay entre las personas ocupadas y las desocupadas, la cual juega un papel importante al determinar su situación ante la incidencia de algún fenómeno perturbador. La vulnerabilidad por dichos indicadores se refleja al corto y largo plazo. En el corto plazo, frente a una emergencia la población más vulnerable es aquella con la capacidad de solamente satisfacer sus necesidades más básicas e inmediatas. Al largo plazo, condiciones adversas en el ingreso de la población pueden mermar su capacidad de respuesta y prevención haciéndolos más vulnerables. En la siguiente tabla se muestra los indicadores utilizados.

Tabla VS- 01-7. Variables y fuentes para indicadores del sector empleo e ingresos

Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos menores a 2 salarios mínimos	Se obtiene de dividir la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos entre el total de la PEA y el resultado se multiplica por 100. Este indicador se puede obtener ya estimado en el Consejo Nacional de Población. $\%PEA \frac{PHSM}{} \times 100$ Donde: %PEA: Porcentaje de la Población Económicamente Activa PH2SM: Población que percibe hasta 2 salarios mínimos. PEA: Población Económicamente Activa	Información de la Encuesta Intercensal de INEGI, 2015, a nivel municipal. censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020.
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). $RD \frac{PO_{<15} \quad P_{>}}{15A \quad a} 100$ RD: Razón de dependencia POB14a: Población de 0 a 14 a nos POB65a: Población de 65 años y mas PISA64a: Población de 15 a 64 años	
Tasa de desempleo abierto	Es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien. $TDA \frac{NoPD}{} \times 100$ Donde: TDA: Tasa de Desempleo Abierto NoPD: número de personas desocupadas PEA: Población Económicamente Activa	

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., con base en el formato de CENAPRED, 2014.

Los resultados que se obtuvieron para este componente se ven reflejados en la siguiente tabla, indicando su grado de vulnerabilidad por indicador y la calificación asignada.

Tabla VS-01-8. Valores de los indicadores en Monterrey con su calificación de vulnerabilidad, sector empleo e ingresos

Porcentaje de la población económicamente activa que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	De 0% a 34.50%	Muy bajo	0	44.18%	0.25
	De 34.51% a 50.59%	Bajo	0.25		
	De 50.60% a 66.68%	Medio	0.50		
	De 66.69% a 82.77%	Alto	0.75		
	De 82.78% o más	Muy alto	1		
Razón de dependencia	De 30 a 57.69	Muy bajo	0	45.6	0
	De 57.70 a 77.66	Bajo	0.25		
	De 77.67 a 97.63	Medio	0.50		
	De 97.64 a 117.60	Alto	0.75		
	De 117.61 o más	Muy alto	1		
Tasa de desempleo abierto	De 0% a 3.09%	Muy bajo	0	0.6	0
	De 3.10% a 6.18%	Bajo	0.25		
	De 6.19% a 9.27%	Medio	0.50		
	De 9.28% a 12.36%	Alto	0.75		
	De 12.37% o más	Muy alto	1		

Grado de Vulnerabilidad del Sector Empleo e Ingresos: Muy Bajo

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., con base en el formato de CENAPRED, 2014 e información de la Encuesta Intercensal de INEGI, 2015. Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020.

Para este componente los indicadores muestran un nivel muy bajo de vulnerabilidad de acuerdo al censo de población y vivienda de INEGI para el año de 2020, haciendo la comparación con los datos del mismo pero del año 2010, la situación general de la población en el municipio ha mejorado, ya que por ejemplo la tasa de desempleo abierto se redujo, este indicador nos muestra la proporción de la población económicamente activa que no se encuentra trabajando refiriéndose directamente a la situación de desempleo que presenta el municipio. El tener o no tener un empleo se refleja directamente en el poder adquisitivo de bienes que satisfagan las necesidades inmediatas de la población, así como la capacidad de prevención y respuesta ante un desastre. Por lo que se evidencia una mejora en la calidad de la población, al disminuir su proporción de desempleados.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

El componente considera a aquellas personas económicamente activas que perciben un ingreso menor a los dos salarios mínimos. Este indicador es de importancia debido a que se debe de conocer el porcentaje de la población que puede o no satisfacer necesidades básicas tales como la alimentación, necesidades de la vivienda o servicios de salud. El resultado es alentador pues gran parte de la población económicamente activa percibe más de dos salarios mínimos y por ende tiene mayor capacidad de respuesta y prevención.

El resultado del análisis de los indicadores para el componente de Empleo e Ingresos para el municipio de Monterrey muestra un grado Muy bajo en su gran mayoría, teniendo un contraste en algunas manzanas en un grado Bajo y muy pocas en Medio y Alto, como se muestra en el siguiente mapa.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

303

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Población

Para este componente se busca identificar condiciones de dispersión o concentración de población y grupos étnicos cuyas condiciones los cataloga como uno de los más marginados en el país (grupos indígenas). La siguiente tabla muestra los indicadores a utilizar y posteriormente los datos obtenidos para cada uno, así como su clasificación correspondiente.

Tabla VS-01-9. Variables y fuentes para indicadores del sector población

Densidad de población	Se obtiene de dividir el total de la población de un determinado territorio entre la superficie de este. El resultado indica el número de habitantes por kilómetro cuadrado (nivel municipal) o por hectárea (nivel urbano, análisis especial) según la unidad de medida de la superficie territorial. $DP \frac{PT}{}$ Donde: DP: Densidad de Población PT: Población Total ST: Superficie Territorial	
Porcentaje de población de habla indígena	Se obtiene al 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 $\%PI \frac{PHLI}{5} \times 100$ Donde: %PI: Porcentaje de población indígena PSHLI: Población de 5 años y más que habla una lengua indígena PS: Población de 5 años y más	Información de la Encuesta Intercensal de INEGI, 2015, a nivel municipal. censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020.
Dispersión poblacional	Se obtiene de dividir a la población de 5 años y masque 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. $DiPo \frac{TPM}{} \times 100$ Donde: %PI: Porcentaje de Población indígena PSHLI: Población de 5 años y más que habla una lengua indígena PS: Población de 5 años y más	

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., con base en el formato de CENAPRED, 2014.

El primer indicador para tomar en cuenta es el de la densidad poblacional del municipio, éste es considerado debido a que las altas concentraciones vuelven más vulnerable a la población frente a una situación de desastre. La razón de esto es que, a mayor concentración poblacional, mayor número de personas se ven afectadas frente a una emergencia como podría pasar en una ciudad.

El siguiente indicador que se utilizó es el porcentaje de población que habla lengua indígena. Se considera a estos grupos por ser varios de los grupos más vulnerables y marginados dentro del país, además de presentar pocas oportunidades. Sin embargo, en el municipio el porcentaje de población de habla indígena y correspondiente a la comunidad afromexicana es mínimo, por lo que se cataloga como un municipio predominantemente no indígena.

Por último, el indicador de dispersión poblacional se entiende como la proporción de la población que habita en localidades rurales (menos a 2,500 habitantes), esto debido a que se considera que esa parte de la población va a presentar un mayor rezago y escasez de servicios públicos, además, que en estas localidades se presentan valores altos en índices considerados para la evaluación de la vulnerabilidad (tasa de mortalidad infantil, fecundidad, ausencia de servicios básicos, entre otros). Para el caso de Monterrey, la dispersión poblacional es casi nula, ya que de las 6 localidades que se encuentran registradas en INEGI, la mayoría de la población se encuentra concentrada en Monterrey, las demás localidades son pequeñas rancherías en las que no sobrepasan 20 habitantes.

Gobierno de Monterrey

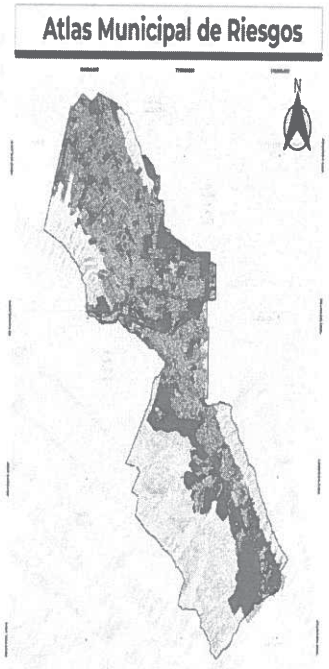
2024 – 2027

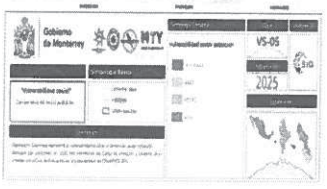
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla VS-01-1028. Valores de los indicadores en Monterrey con su calificación de vulnerabilidad, sector población

Densidad de Población	De 1 a 99 habitantes por km2	Muy bajo	0	7,059 hab/km2	1
	De 34.51% a 50.99%	Bajo	0.25		
	De 100 a 499 habitantes por km2	Medio	0.50		
	De 66.69% a 82.77%	Alto	0.75		
	De 82.78% o más	Muy alto	1		
Porcentaje de Población de habla indígena	Menos del 40% de la población	Predominantemente e no indígena	0	0.1%	0
	Mas del 40% de la población	Predominantemente e indígena	0.25		
Dispersión poblacional	De 0 a 9.9	Muy bajo	0	0.6	0
	De 10 a 19.9	Bajo	0.25		
	De 20 a 29.9	Medio	0.50		
	De 9.28% a 12.36%	Alto	0.75		
	De 30 a 39.9	Muy alto	1		
Total Población: 0					

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG S.A. de C.V., con base en el formato de CENAPRED, 2014.





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Calificación de las características socioeconómicas

La calificación de las características socioeconómicas de vulnerabilidad de cada componente temático en Monterrey, estimada conforme con la metodología del CENAPRED, obtuvo los siguientes resultados:

Tabla VS-01-110. Características socioeconómicas de vulnerabilidad de cada componente

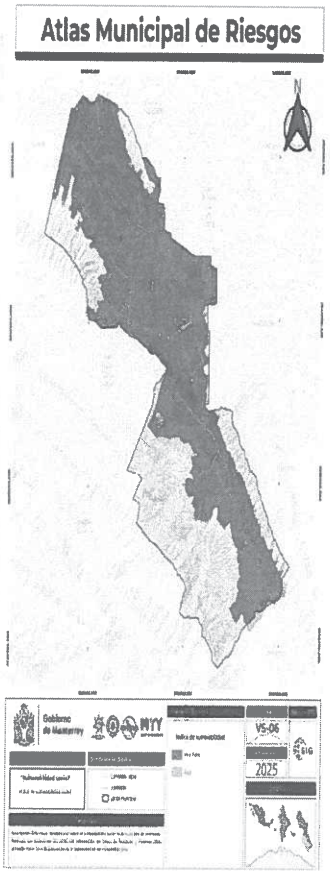
Salud	3	Muy bajo	0
Educación	3	Baja	0.3
Vivienda	5	Muy bajo	0
Empleo e ingresos	3	Muy bajo	0.08
Población	3	Baja	0.3
Total	17		0.13

Calificación final de las características socioeconómicas del municipio de Monterrey: Muy Bajo

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con base en el formato de CENAPRED, 2014, e información del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Se omitió un solo indicador dentro del componente de Vivienda por lo ya mencionado acerca de la falta de información que sirviera para lograr su obtención. La anterior tabla es la primera parte de tres para la evaluación de la vulnerabilidad social del municipio de Monterrey, la cual tiene un gran peso con respecto a las demás, ya que representa el 50% de la evaluación.

Una vez que se obtuvieron todos los valores de cada componente, se procedió a integrar la cartografía de los 5 componentes temáticos en una sola, el cual nos indicará qué zonas del municipio son las de mayor vulnerabilidad tomando en cuenta todos los indicadores que se utilizaron en la cartografía anterior. El resultado muestra que en su mayoría el área urbana (que es en su totalidad el municipio) muestra un grado de vulnerabilidad predominantemente Muy bajo y Bajo.



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Capacidad de respuesta

La capacidad de respuesta expresa el nivel de preparación que se tiene ante una contingencia natural o social en un municipio (Pérez, L. A. y Ruiz, N., 2015). En esta evaluación, se emplearon las primeras 22 preguntas planteadas en el cuestionario elaborado por el CENAPRED en su metodología para evaluar la vulnerabilidad social por la guía publicada en 2014, las cuales fueron abordas a modo de entrevista abierta. Para la ejecución de estas entrevistas, se concertó el acercamiento con diversas áreas administrativas del municipio de Monterrey, a las cuales se identificó que el ejercicio de sus funciones es transversal a la gestión integral del riesgo.

Para este efecto, se entabló el diálogo con funcionarios en posición de toma de decisiones de las Secretarías del Ayuntamiento; Innovación y gobierno Abierto; Servicios Públicos; Desarrollo Humano e Igualdad Sustantiva; Desarrollo Urbano y Sostenible; Instituto de Planeación; así como con la Dirección de Protección Civil. Se permitió identificar que bajo el actual modelo de gobierno que promueve la coordinación interinstitucional, da lugar a que las redundancias en las funciones y las complementariedades en el ejercicio de sus funciones suponen el fortalecimiento de la resiliencia del municipio frente al riesgo de desastres.

Las capacidades de respuesta en cantidad y calidad contribuyen a la reducción de vulnerabilidad de determinada población, las respuestas que manifiestan una preparación más elevada se les asignó un valor igual a 0, atribuyéndolo a una nula contribución a la valoración de la vulnerabilidad, en cambio las respuestas que revelan falta o limitantes en las capacidades de respuesta se valoran con 1 y otorgan un incremento a la evaluación de vulnerabilidad ante el posible impacto de fenómenos perturbadores.

Conforme a la suma de respuestas se obtuvo un resultado de 5, categorizado a continuación:

Tabla VS-01-1229. Resultados de la aplicación del cuestionario de capacidad de respuesta en entrevistas con funcionarios de Monterrey

De 0 a 4	Muy alta	0	
De 4.1 a 8	Alta	0.25	
De 8.1 a 12	Media	0.5	0.25
De 12.1 a 16	Baja	0.75	
De 16 o mas	Muy baja	1.00	

Fuente: Soluciones SIG.

El Sistema de Protección Civil del municipio de Monterrey, opera conforme a lo establecido en la Ley de Protección Civil del Estado de Nuevo León, lo que le ha permitido dar sustento al desarrollo y aprobación en el seno de su consejo, los planes de emergencias y operativos anuales en materia de riesgos estacionarios (lluvias, invierno e incendios). Su Dirección de Protección Civil, cuenta con una planta operativa constituida por 22 elementos de nómina y 15 elementos bajo la denominación de grupos de voluntariado contando con los siguientes bienes materiales:

Tabla VS-01-13. Inventario de equipo operativo y bienes materiales de la dirección de Protección Civil de Monterrey

Montaña y espacios confinados	5 equipos	80%
Rescate urbano	4 equipos	75%
Unidades operativas	3 camionetas RAM 2500	70%
Vehículos todo terreno	4 (una cuatrimoto y 3 motos)	80%
EEP incendios estructural	20 equipos	70%
EEP rescate acuático	16 equipos	80%
Herramienta manual	50	100%
Herramienta forestal	25	60%
Vehículo contra incendios	1 camión RAM 4000	60%
Botiquín de primeros auxilios	6 equipos	90%
Compute	2 (computadoras de escritorio)	60%
Radio comunicación	50 equipos (motorola)	100%

Fuente: Dirección de Protección Civil de Monterrey.

La transversalidad de las funciones de los organismos públicos del municipio enunciados al inicio del presente capítulo facilita la intervención con acciones de asistencia social y movilización de equipos y materiales para la atención de emergencias a nivel municipal y metropolitano. El personal de Protección Civil cuenta con un programa anual de capacitación, el cual extiende su oferta a la ciudadanía y a funcionarios de otras áreas del municipio, fortaleciendo la cultura de la prevención.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

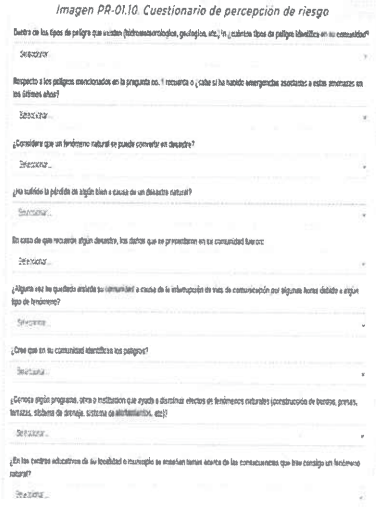
Percepción del riesgo

La percepción del riesgo es aquella que tienen los habitantes del municipio frente a los riesgos a los que se encuentran expuestos. Mediante una serie de preguntas se mide la comprensión que la población del Municipio de Monterrey tiene frente a las amenazas presentes en su comunidad y las experiencias que han tenido en cuanto a desastres.

La evaluación del nivel de percepción local de la población se realiza por medio de la aplicación de un cuestionario determinado en la metodología para medir la vulnerabilidad social del CENAPREDD (2014). El cuestionario se llevó a cabo en las zonas donde se identificaron altos grados de peligro por distintos fenómenos como: inundaciones, procesos de remoción en masa, incendios, por mencionar algunos.

Se aplicaron 67 cuestionarios, los cuales constan de 25 reactivos, a continuación, se muestran imágenes del cuestionario.

Imagen PR-01.10. Cuestionario de percepción de riesgo



Estos tipos de análisis son de gran importancia, ya que nos permite tener un acercamiento con la población y saber cómo ellos perciben los fenómenos a su alrededor, cuales son de mayor afectación, como responden ellos ante la ocurrencia de alguno de ellos y el comportamiento de dichos fenómenos a lo largo del tiempo.

Muchas veces se les brinda mayor atención a aquellos fenómenos de gran magnitud, sin embargo, hay fenómenos que se presentan continuamente, lo que llega a generar mayor afectación.

Por ejemplo, en algunas zonas de Monterrey, donde el fenómeno principal a atender son las inundaciones, los pobladores percibían que eran mayormente afectados por incendios provocados y las afectaciones a la salud que presentan, ya que las prácticas llegan a ser diarias.

Este tipo de cuestionarios también permiten que la población conozca sobre el Atlas y su elaboración, así como su objetivo.

Las siguientes tablas muestran la categorización de los 25 reactivos del cuestionario de percepción local del CENAPRED, con sus respectivas ponderaciones de vulnerabilidad y los resultados de los 67 cuestionarios

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla PR-01. Resultados del Cuestionario de percepción local

	Valor	Rango	Valor	Rango	Valor	Rango
Dentro de los tipos de peligro que existen en (Hidrometeorológicos, geológicos, etc.) ¿Cuantos tipos de peligro identifica en su comunidad?	Valor de 1-5 (1)	1	Valor de 6-13	0.5	De 14 a mas	0
Respuestas de la población	54		0		13	
Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o sabe si ha habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años	Si	0	No	1	No se	1
Respuestas de la población	53		14		0	
¿Considera que un fenómeno natural puede convertir desastre?	Si	0	No	1	No se	1
Respuestas de la población	56		11		0	
¿Ha sufrido la perdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si	0	No	1	No se	1
	27		40		0	
En caso de que recuerde algún desastre fatalidad, daños desastre, los daños que se presentaron en a infraestructura su comunidad fueran	Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura (bajo)	0.25	Personas lesionadas, algunas viviendas e infraestructura con daño (medio)	0.5	Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas e infraestructura (alto)	1
Respuestas de la población	40		12		10	

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014) e información de la aplicación del cuestionario a la población voluntaria municipal.

Todos los valores de cada cuestionario deben ser sumados (320) y divididos entre el número de cuestionarios aplicados en la muestra (67) para poder adquirir el valor general que represente la condición de vulnerabilidad según la percepción local del municipio, conforme lo indica la metodología propuesta por el CENAPRED.

Para el Municipio de Monterrey el resultado obtenido es de 4.7 que de acuerdo con la tabla de rangos de percepción local del CENAPRED sitúa en una Media percepción local del riesgo.

Tabla PR-02. Percepción local del riesgo

De 0 a 2.0	Muy alto	0	
De 2.1 a 4.0	Alta	0.25	
De 4.1 a 6.0	Media	0.5	0.25
De 6.1 a 8.0	Baja	0.75	
Mas de 8	Muy baja	1	

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014) e información de la aplicación del Cuestionario.

Obtención del Grado de Vulnerabilidad Social

Para el cálculo del grado de vulnerabilidad social, se establece que un 50% del total del indicador se asocia a la contribución de las condiciones económicas y sociales conforme a los 5 componentes abordados del sector salud, educación, vivienda, empleo y población; indicador construido a partir del cuestionario de capacidad de respuesta, contribuye en un 25%, mientras que el 25% restante, se otorga al indicador de percepción local de riesgo. La construcción del indicador del Grado de Vulnerabilidad Social obedece a la siguiente ecuación:

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

Dónde:

GVS: Grado de Vulnerabilidad Social (asociado a riesgos)
R1: Resultado de los indicadores socioeconómicos
R2: Resultados del cuestionario de capacidad de respuesta
R3: Resultado de la percepción local del riesgo.
Donde a parir de los valores obtenidos, se define de la siguiente forma:

Tabla VS-01-14. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Social a nivel municipal

Indicadores socioeconómicos	0.136	0.5	0.068
Percepción local del riesgo	0.5	0.25	0.125
Capacidad de respuesta	0.25	0.25	0.062

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG SA de CV con base en el formato de CENAPRED, 2014

MTY AQUÍ SE RESUELVE

$$GVS = (0.136*0.5)+(0.25*0.25)+(0.5*0.25)$$

$$GVS = 0.25$$

Para determinar la categoría del grado de vulnerabilidad, el valor obtenido, se debe de cotejar respecto a los rangos de vulnerabilidad asignados por el CENAPRED, conforme a la siguiente tabla:

Tabla VS-01-15. Rangos para determinar el Grado de vulnerabilidad Social en Monterrey

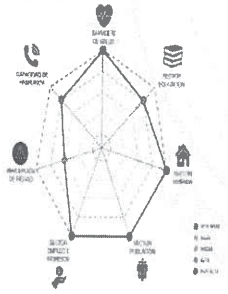
De 0 a 0.2	Muy bajo		
De 0.21 a 0.4	Bajo		
De 0.41 a 0.6	Medio	0.25	Bajo
De 0.61 a 0.8	Alto		
Mayor a 0.8	Muy alto		

Fuente: Soluciones SIG.

Para la representación geoespacial de este indicador, se emplearon técnicas de algebra de mapas, para conjugar todos los componentes temáticos, considerando los valores a nivel manzana. Se tuvo como resultado que la totalidad de manzanas, presentan un valor homogéneo determinado en categoría de baja vulnerabilidad.

Para representar los grados de cobertura de los diferentes componentes temáticos abordados en este capítulo, se generó el siguiente diagrama.

Imagen VS-01. Grados de cobertura de los diferentes componentes de la vulnerabilidad



Fuente: Soluciones SIG.

18.2. Vulnerabilidad física

La vulnerabilidad física es aquella que puede ser expresada como una probabilidad de daño de un sistema expuesto y es normal expresarla a través de una función matemática o matriz de vulnerabilidad con valores entre cero y uno en donde cero implica que el daño sufrido ante un evento de cierta intensidad es nulo, y uno implica que este daño es igual al valor del bien expuesto. Las condiciones de vulnerabilidad física del territorio y las condiciones de vulnerabilidad del material de la as constricciones para la tipología de casa del municipio de Monterrey se integran en la producción del índice de vulnerabilidad física.

Para la definición de las condiciones del índice de vulnerabilidad física del territorio es importante reconocer que no ha sido posible implementar una escala a un nivel de detalle fino debido a la falta de disposición de datos censales actualizados a una escala geoespacial que permita determinar la tipología de las construcciones a nivel AGEB o manzana, de tal manera que la metodología aplicada está basada en los datos de marginación urbana en donde se infiere que aquellas zonas de menor marginación, al pertenecer a estratos económicos más altos en estas zonas, la tipología de construcción obedece a procesos de planificación más completos con base en la reglamentación vigente del estado y del municipio, por lo tanto estas obedecen a tipologías de construcción de clase 1 y clase 2 de acuerdo con la categorización de información técnica; un aspecto importante de la tipología 2 es que se incluye a las zonas industriales que presentan este tipo de construcción.

Posterior a ello se realizó la delimitación de las colonias que han sido constituidas a partir procesos de autoconstrucción, en las cuales mayoritariamente las propias familias con base en sus recursos económicos y capacidades técnicas desarrollaron sus casas; se infiere que las colonias que fueron constituidas a partir de procesos autoconstructivos pueden presentar deficiencias con respecto a la totalidad de sus elementos estructurales en la tipología de construcción ,de tal manera estas colonias han sido categorizadas dentro de la tipología 3.

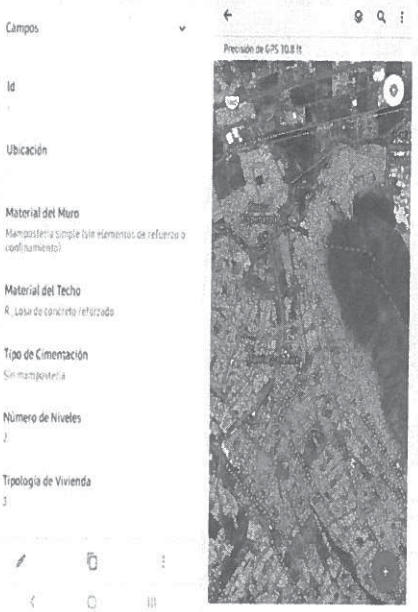
Para las demás tipologías de vivienda se realizó un enfoque mayor y más detallado puesto que estás si fueron objeto de estudio en trabajo de campo que consistió en el llenado de la cédula de identificación de tipología de la construcción de la cual se muestra a continuación un ejemplo. Con ello se obtuvieron evidencias puntuales de la tipología de construcción en torno a las zonas de peligro previamente estudiadas y zonas identificadas por la dirección de Protección Civil del municipio de Monterrey en donde se caracterizaron casas tipo 6 a 10 que corresponde a los estratos más pobres y marginales del municipio y también en zonas altas de las montañas en donde, acorde con el programa de desarrollo urbano, pertenecen a zonas de crecimiento controlado que corresponden principalmente a zonas de asentamientos irregulares.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Imagen VF-02. Capturas de pantalla del registro en campo de la tipología de la vivienda en la aplicación Colector de ArcGIS, Monterrey, 2023



Fuente: Soluciones SIG.

Imagen VF-02-1. Recolección de datos en Arc Field Maps



Fuente: Soluciones SIG.

Tabla VF-02 Clasificación de la tipología de la vivienda

3	Muros: mampostería reforzada con castillos y dalas. Mampostería reforzada con castillos y dalas con malla y mortero. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior. Techo: techo y entrepisos rígidos. Cimentación: zapata corrida de concreto o mampostería. Altura: uno a cinco niveles.	
2	Muros: Mampostería reforzada con castillos y dalas. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior. Techo: Flexibles. Cimentación: zapata corrida de mampostería. Altura: un nivel.	
1	Muros: Mampostería deficientemente reforzada con dalas y castillos. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente. Techo: techo y entrepisos rígidos. Cimentación: zapata corrida de mampostería. Altura: uno a cinco niveles	

MTY AQUÍ SE RESUELVE

311

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

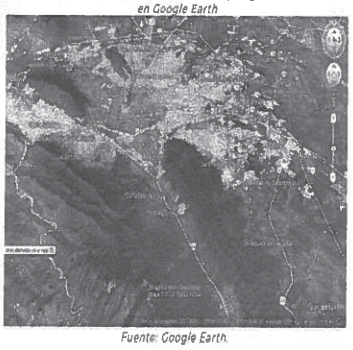
4	Muros: Mampostería deficientemente reforzada con dalas y castillos. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente. Techo: Flexible. Cimentación: zapata corrida de mampostería. Altura: un nivel.	
5	Muros: Mampostería simple. Techo: techo y entrepisos rígidos. Cimentación: zapata de mampostería. Altura: uno a tres niveles.	
6	Muros: Mampostería simple. Techo: Flexible. Cimentación: zapata de mampostería. Altura: un nivel.	
7	Muros: Adobe. Techo: Rígido. Cimentación: Cuando existe, de mampostería. Altura: uno a dos niveles.	
8	Muros: Adobe. Techo: Flexible. Cimentación: Cuando existe, de mampostería. Altura: un nivel.	

9	Muros: De madera con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera). Estructura metálica con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera). Techo: Flexible. Cimentación: Cuando existe, zapata de mampostería. Altura: un nivel.	
10	Muros: Flexibles: material de desecho, lámina de cartón, lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, bajareque entramado cubierto de arcilla). Techo: Flexible. Cimentación: Cuando existe, zapata de mampostería. Altura: un nivel	

Fuente: CENAPRED, 2012.

La metodología aplicada ha sido verificada mediante herramientas de percepción remota disponibles a través del uso de imágenes de Google Earth, vista de planta, y el procesamiento de los puntos de control en campo, con ello se elaboró mediante un Sistema de Información Geográfica SIG el mapa de condiciones de vulnerabilidad del material de la construcción el cual se identifica la tipología de las casas presente en el municipio de Monterrey. A continuación, se presenta un ejemplo de cada tipología observada en el municipio y los productos cartográficos derivados de este trabajo.

Imagen VF-02-2. Captura de pantalla de revisión la tipología de la vivienda municipal en Google Earth



Fuente: Google Earth.

312

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen VF-02-3. Fachada de vivienda de la colonia Paseo de las cumbres, 1er Sector (Tipología 1)



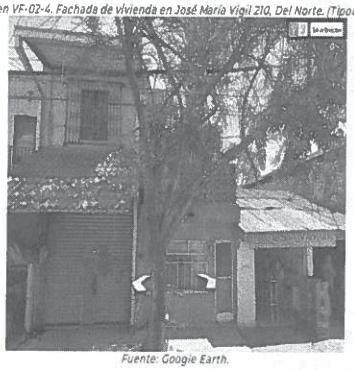
Fuente: Google Earth.

Imagen VF-02- 5. Fachada de vivienda en Cipreses, Cerro de la Silla (Tipología 3)



Fuente: Google Earth.

Imagen VF-02-4. Fachada de vivienda en José María Vigil 210, Del Norte. (Tipología 2)



Fuente: Google Earth.

Imagen VF-02-6. Fachada de vivienda en Av. México, Topochico (Tipología 6)



Fuente: Google Earth.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

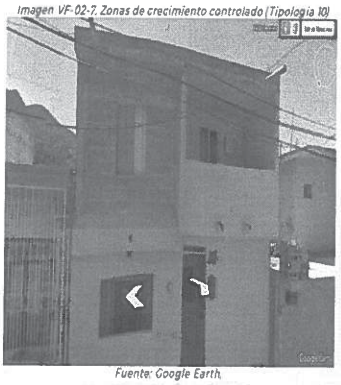
313

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen VF-02-7. Zonas de crecimiento controlado (Tipología 10)



Fuente: Google Earth.

Imagen VF-02-8. Zonas de crecimiento controlado (Tipología 10)



Fuente: Google Earth.

Imagen VF-02-9. Zonas de crecimiento controlado (Tipología 10)



Fuente: Google Earth.

El mapa resultante muestra que la mayoría de las construcciones se encuentran dentro de la clasificación del tipo 1 lo que representa que estas zonas del municipio de Monterrey serían aquellas que podrían presentar una vulnerabilidad de Muy Baja a Baja ante los diversos tipos de fenómenos perturbadores , aquellas zonas que podrían presentar vulnerabilidad media corresponden a los color amarillo para las tipología 3 y se encuentran en el norte, centro y sureste y, finalmente por su tipología que obedece a el tipo de material, podrían presentar una vulnerabilidad de Alta a Muy Alta en zonas muy puntuales que regularmente corresponden a zonas de crecimiento urbano y se ubican en los límites del municipio principalmente en la zona norte.

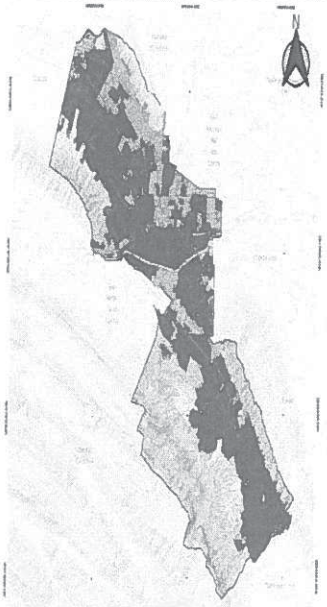
Es transcendental recomendar que los esfuerzos destinados al apoyo de los habitantes también consideren las condiciones estructurales de las construcciones tomando en cuenta los aspectos tanto físicos como sociales, para fortalecer la calidad de vida y generar entornos resilientes.

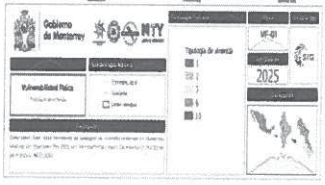
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





La vulnerabilidad física debe ser analizada por cada tipo de fenómeno, debido a que cada uno se comporta y puede generar diferentes daños, por ejemplo, una casa de madera podría ser menos vulnerable ya que puede verse menos afectada por un sismo y, al contrario, tendría una vulnerabilidad Muy Alta frente al peligro por huracanes o incendios.

Para el fenómeno hidrometeorológico por inundaciones se obtuvo el grado de vulnerabilidad planteando una adecuación a la manera recomendada por las guías para la estimación de la vulnerabilidad; esto nos permite conocer la ubicación de las zonas donde se esperarían pérdidas mayores.

La medición de la vulnerabilidad por este fenómeno hidrometeorológico que se manejará a lo largo de este texto se refiere solamente a los bienes que tiene la población dentro de sus viviendas, conocida como "menaje" o "enseres" ya que se infiere que no hay pérdidas de vidas humanas puesto que el fenómeno ocurre lentamente y las personas pueden ser desalojadas de tal modo que sus vidas no queden expuestas.

De acuerdo con CENAPRED, para poder cuantificar la vulnerabilidad de la vivienda es importante conocer los materiales de construcción los cuales fueron previamente identificados y estos a su vez podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para poder inferir su capacidad de respuesta ante una inundación. Para estimar las funciones de vulnerabilidad para cada tipo de vivienda se usa una serie de configuraciones de muebles y enseres menores; posteriormente se lleva a cabo una cuantificación del porcentaje de los daños ocasionados en cada caso, en función del nivel que alcance el agua que entra en la casa y con ello determinar el índice de vulnerabilidad.

Tabla VF-02. Índice de vulnerabilidad según el tipo de vivienda

I	Alta
II	Media-alta
III	Media
IV	Medio-bajo
V	Baja

Fuente: CENAPRED, 2006.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

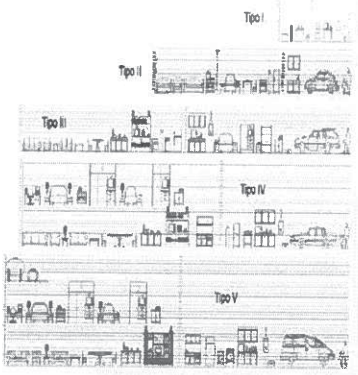
315

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen VF-02-10. Configuración de muebles y enseres por tipo de vivienda



Fuente: CENAPRED, 2006.

Para la obtención de mapa de vulnerabilidad física por inundaciones se utilizó la información del CENSO 2020 a nivel manzana el cual brinda información acerca del menaje disponible en la misma por la totalidad de viviendas.

Primeramente se determinó la presencia o ausencia de estos bienes conforme a la presencia de enseres y muebles mencionada con anterioridad, una vez que se determinó el menaje se realizó una sumatoria de cuántos enseres se concentran en la manzana, esto a partir de una relación ponderada en la cual se determinó que si cuentan con radio o teléfono obtendrían un valor igual a 1, televisión, microondas y tinaco 2, si cuentan con refrigerador y lavadora 3 y sumando automóvil 4; de tal manera que la sumatoria de los enseres brinda un continuo de valores que van desde 0 a 24 como rango máximo el cual procedió a categorizarse en 5 clases para asignar un rango de valores a las viviendas con respecto al menaje que poseen, posteriormente se clasificó a las viviendas de acuerdo al número de habitaciones predominantes en la manzana con base en la descripción dada por CENAPRED, con ello se determinó si las casas de la manzana contaba con 1, 2 o 3 cuartos a partir de estas categorizaciones.

Posteriormente se realizó una matriz que permitió hacer la clasificación con respecto a número de cuartos y menaje de tal manera que se obtuvieron valores de la vivienda en rangos de 2-8 los cuales finalmente fueron categorizados para determinar la tipología de vivienda, las cuales tienen un valor establecido, sin embargo este costo corresponde al año 2006, por lo tanto se procedió a actualizar dicho dato mediante la calculadora de inflación del INEGI para ver el costo de las viviendas en la actualidad puesto que de 2006-2023 el porcentaje de inflación es de 105.98% otorgando con ello un valor aproximado de las manzanas.

Tabla VF-02- 1. Índice de vulnerabilidad a inundaciones en función del tipo de vivienda

I	Muy Alto	Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es lo mínimo indispensable.	$25,7475
II	Alto	Hogares de clase baja, la vivienda puede ser de autoconstrucción o construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.	$102,9900.00
III	Medio	Hogares de clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo, se consideran de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo.	$308,970.00
IV	Bajo	Clase media, vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas.	$671,340
V	Muy Bajo	Tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad.	$926,910.00

Fuente: Modificado de CENAPRED.

El mapa resultante muestra la vulnerabilidad del municipio de Monterrey ante el fenómeno por inundaciones el cual, según tipología de hogar, sitúa al municipio dentro de un grado de vulnerabilidad Muy Bajo con un 48.13% de las manzanas dentro de este rango, 21.08% dentro de Bajo, 20.72% dentro del rango Medio, 3.85% dentro de Alto y 6.22% un rango Muy Alto.

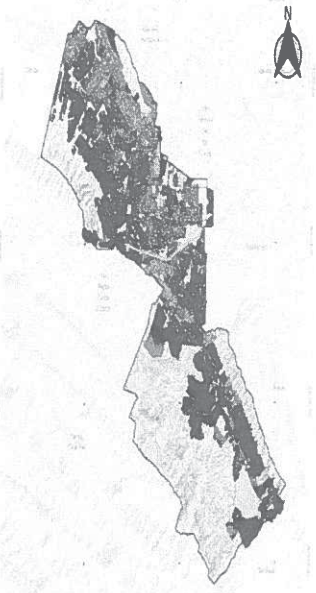
El segundo mapa muestra un costo aproximado por manzana; se basa en el costo de un hogar de acuerdo con la tipología como se indicó en la tabla anterior y con ello se ha estimado el costo por manzana resultado de multiplicar este valor por el total de viviendas.

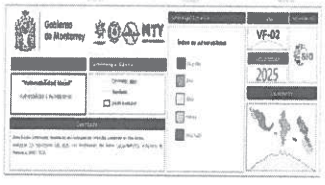
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

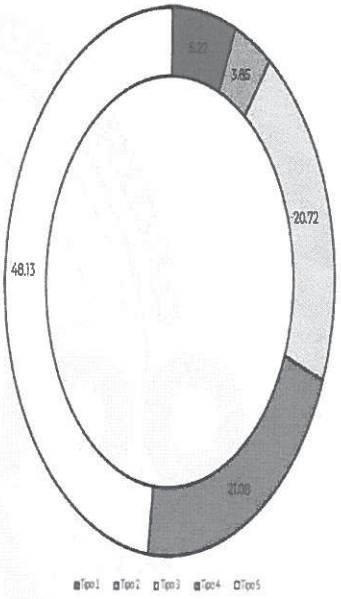
Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Atlas Municipal de Riesgos





Gráfica VF-02. Porcentaje de Tipología de Hogar en Monterrey 2023



Fuente: Soluciones SIG

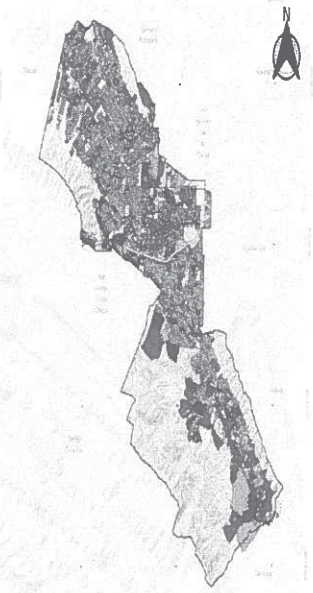
MTY AQUÍ SE RESUELVE

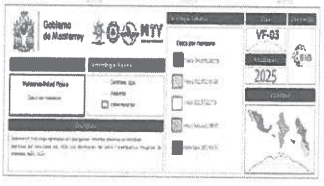
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





18.3. Vulnerabilidad global

El grado de vulnerabilidad que un determinado territorio puede experimentar frente a la ocurrencia de algún fenómeno perturbador es consecuencia de una serie de factores físicos y sociales: de las condiciones socioeconómicas, la percepción local del riesgo, la capacidad de respuesta y prevención y de las condiciones de vulnerabilidad al daño físico por sistema de exposición que cierta población asume para hacer frente al riesgo natural o antropogénico que dicho fenómeno desencadena (SEGOB/CENAPRED, 2014).

La vulnerabilidad considera la capacidad y los recursos que tiene una comunidad para enfrentar adversidades provocadas por una amenaza en conjunto con la exposición física de la infraestructura que cada población tiene producto de su situación.

Los valores de la Vulnerabilidad Social y el mapa de vulnerabilidad física por tipología de construcción se relacionaron con la misma ponderación al 50% en un Sistema de Información Geográfica (SIG) a partir de la siguiente función aritmética:

$$GVG = (GVS*0.5) + (GVF*0.5)$$

Donde:

GVG: Grado de Vulnerabilidad Global
GVS: Grado de Vulnerabilidad Social (asociado a riesgos)
GVF: Grado de Vulnerabilidad Física por tipología de construcción

Para componer la cobertura de Vulnerabilidad Global frente a fenómenos perturbadores, ambas coberturas detallan un entorno espacial que exhibe información al interior del municipio de Monterrey a una escala de manzana. El resultado de esta ponderación se presenta en los mapas de vulnerabilidad global, en los cuales, con base en el análisis de vulnerabilidad de diversos componentes socioeconómicos y físicos, se determinó que la mayor parte del municipio se clasificó en un índice de vulnerabilidad global Bajo y Muy Bajo.

De igual forma se describieron índices altos de vulnerabilidad global en 7 colonias de la Delegación Norte, comprendiendo a Riveras del Río, Balcones de San Bernabé, Barrio de las Industrias, La Alianzita, La Realidad, Lorenzo Garza y Rómulo Lozano-La Alianza Sector K, describiéndose como zonas en las que se sugiere que el municipio implemente políticas que contribuyan al fortalecimiento de la resiliencia para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

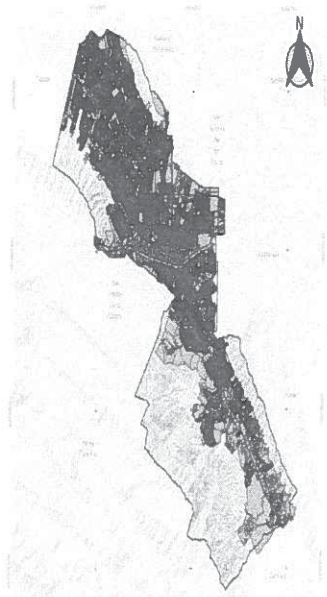
MTY AQUÍ SE RESUELVE

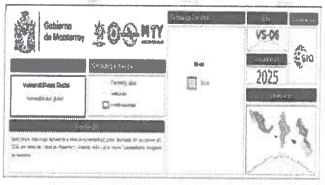
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos





18.4. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana

El propósito del Sistema de Indicadores es crear un conjunto de datos que sean tomados en periodos de tiempo específicos, y que abarquen distintos ejes transversales, tales como el desarrollo urbano, medio ambiente, aspectos sociales, organización, respuesta adecuada, y reconstrucción, entre otros temas. Estos datos permitirán evaluar y medir el grado de desempeño de la organización municipal en cuanto a la gestión integral de riesgos y resiliencia urbana. A partir de esta evaluación, se podrán identificar acciones, estrategias y proyectos que ayuden a planificar de manera más estratégica y a definir recomendaciones para el gobierno local, con el objetivo de mitigar los riesgos y mejorar la resiliencia urbana.

La resiliencia se define como la capacidad de un sistema para resistir, adaptarse y recuperarse de manera efectiva ante situaciones adversas. Según ONU- HABITAT, la resiliencia urbana se refiere a la capacidad de los sistemas urbanos para recuperarse de manera eficiente ante cualquier evento perturbador, ya sea de origen natural o humano, y mejorar las medidas de reducción de riesgos. En línea con los objetivos de la ONU para el año 2030, las ciudades del mundo deben proporcionar viviendas seguras y sostenibles.

Para evaluar la resiliencia urbana de un territorio y sentar las bases para el desarrollo de Planes de Acciones Resilientes (PAR), se utiliza el Perfil de Resiliencia Urbana (PRU), que se basa en parámetros internacionales y nacionales. El PRU mide la capacidad del territorio para resistir, adaptarse y recuperarse de manera efectiva ante las amenazas identificadas en el Sistema de Indicadores de Resiliencia Urbana. Los resultados del PRU permiten identificar áreas de oportunidad para fortalecer la gestión integral de riesgos y mejorar la resiliencia urbana. En este sentido, se recomienda la implementación de medidas preventivas y de mitigación, así como el fortalecimiento de las capacidades institucionales y la capacitación de la población en general para hacer frente a situaciones de emergencia.

Tras la experiencia acumulada en México con los Perfiles de Resiliencia impulsados por la SEDATU desde 2016, así como los lineamientos sugeridos por el Marco de Sendai y el Decenio Internacional de Reducción de Desastres, se consideraron 9 ejes clave para el desarrollo del Índice y Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana. Estos ejes abarcan aspectos cruciales como el desarrollo urbano, el medio ambiente, la organización y respuesta ante emergencias, la planificación estratégica, la infraestructura, los servicios básicos, la economía, la inclusión social y la educación para la reducción del riesgo. La evaluación de estos ejes permite identificar las fortalezas y debilidades de la ciudad en cuanto a la gestión integral de riesgos y la resiliencia urbana, y así definir las acciones

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

necesarias para mejorar su capacidad de adaptación y recuperación ante situaciones de emergencia.

1. Capacidad organizacional e institucional para hacer frente a los riesgos.
2. Identificación, comprensión y utilización de escenarios de riesgo.
3. Finanzas públicas municipales.
4. Diseño y desarrollo urbano.
5. Resiliencia de la infraestructura y equipamiento.
6. Capacidad social.
7. Capacidad ambiental.
8. Respuesta adecuada y efectiva.
9. Recuperación y reconstrucción.

La evaluación de cada eje se realizó a través de la integración de distintos indicadores, los cuales se conformaron por una serie de variables cualitativas y cuantitativas. Para las variables cualitativas, se utilizó una condición binaria (Si- 1/No-0), donde el valor "1" reflejaba condiciones favorables para el fortalecimiento de la resiliencia urbana, mientras que el valor "0" indicaba ausencia de dicha característica. En casos donde faltaba información, se utilizaban valores intermedios que reflejaban carencias o deficiencias en la información disponible (por ejemplo, falta de actualización o en proceso de construcción).

En cuanto a la medición de la información cuantitativa, se utilizó una escala del 1 al 5, donde el valor "1" reflejaba las condiciones más bajas de resiliencia urbana, clasificándose como un grado de "muy baja resiliencia", mientras que el valor "5" reflejaba las mejores condiciones y se clasificaba como un grado de "muy alta resilencia". La clasificación se realizó de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla RU-01. Grado de resiliencia según valor de indicador o variable cuantitativa

0	Sin información
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Fuente: Soluciones SIC.

Se utilizó un proceso de normalización de datos para integrar, comparar y graficar la información de los indicadores y variables cualitativos y cuantitativos, con el fin de mantener la proporcionalidad de la información. Para ello, se normalizaron los valores de 1 a 5 a una escala numérica que va desde "0 (muy bajo) hasta 1 (muy alto), como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla RU-02. Equivalencias en los criterios de evaluación de los niveles de resiliencia.

0	0	0	Nula
1	0.2	0.01 - 0.2	Muy bajo
2	0.4	0.21 - 0.4	Bajo
3	0.6	0.41- 0.6	Medio
4	0.8	0.61- 0.8	Alto
5	1	0.81-1	Muy alto

Fuente: Soluciones SIC.

Se utiltzó la escala normalizada para asignar una calificación de fortaleza o deficiencia a cada variable e indicador, en una escala de 0 a 1. Los valores más cercanos a 1 indican una mayor capacidad de resiliencia. Es relevante mencionar que se han identificado diversos actores que influyen en la resiliencia urbana de Monterrey, entre ellos:

Tabla RU-03. Actores que inciden en la resiliencia urbana de Monterrey

Secretaría Ejecutiva del presidente Municipal	Dirección General para un Desarrollo Integrado, Compacto y Eficiente	Administración Pública
Secretaría de Desarrollo Urbano	Dirección de Proyectos Técnicos	
	Dirección para un Desarrollo Compacto	
	Dirección General para una Movilidad Inteligente	
	Dirección para una Movilidad Incluyente	
	Dirección de Seguridad Vial	
	Dirección General para un Desarrollo Verde	
	Dirección para la Atención del Cambio Climático	
	Dirección para una Ciudad Verde	
Secretaría de Servicios Públicos	Dirección General de Parques y Jardines	
	Dirección de Servicios Técnicos	
Secretaría de Infraestructura Sostenible	Dirección de Proyectos	
	Dirección para la Gestión de Financiamiento Sostenible	
	Dirección de Planeación de Obras y Contratación	
	Dirección de Seguimiento de Obras	
Secretaría de Seguridad y Protección a la Ciudadanía	Dirección de Vialidad y Tránsito	
	Dirección de Protección Ciudadana y Prevención Social del Delito	
	Dirección de Protección Civil	
	Dirección de C4 i Centro de Co mando, Control, Comunicaciones y Cómputo)	
Contraloría Municipal	Dirección de Fiscalización	

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

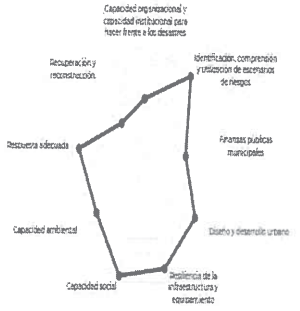
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Secretaría de Finanzas y Administración	Dirección de Planeación Presupuestal	
	Dirección de Ingresos	
	Dirección de Recaudación Inmobiliaria	
	Dirección de Contabilidad y Cuenta Pública	
	Dirección de Ingresos	
Universidad Autónoma de Nuevo León		Academia

Fuente: H. Ayuntamiento de Monterrey.

En la siguiente gráfica se muestran los resultados del Sistema de Evaluación para la Gestión Integral del Riesgo y Resiliencia Urbana del Municipio de Monterrey. Se puede observar que los Ejes 1 y 9, es donde se encuentran las principales limitaciones del municipio, correspondiente a un valor "bajo" en el grado de resiliencia urbana municipal. Mientras que la principal fortaleza del municipio está dada por los Ejes 2, 4, 5 y 8, con un valor "alto" en el grado de resiliencia urbana.

Gráfica RU-01. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana.



Fuente: Soluciones SIG.

Tabla RU-04. Resultados del Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana

	Resultado del Eje	Grado de Resiliencia
Eje 1. Capacidad organizacional e institucional para hacer frente a los riesgos	0.45	Medio
Eje 2. Identificación, comprensión y utilización de escenarios de riesgo.	0.78	Alto
Eje 3. Finanzas Públicas municipales	0.46	Medio
Eje 4. Diseño y desarrollo urbano, infraestructura y edificaciones resilientes	0.65	Alto
Eje 5. Resiliencia de la infraestructura y equipamiento	0.70	Alto
Eje 6 Capacidad social	0.75	Alto
Eje 7 Capacidad Ambiental	0.59	Medio
Eje 8. Respuesta adecuada y efectiva	0.72	Alto
Eje 9 Recuperación y reconstrucción	0.38	Bajo

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Los valores de resiliencia de los 9 ejes se promedian dando como resultado el índice de resiliencia urbana del municipio, el cual corresponde a lo siguiente:

Tabla RU-05. Índice y grado de resiliencia urbana del municipio Monterrey

Resultado del promedio de todos los ejes	Grado de resiliencia
0.69	Alto

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Lo que indica un grado "alto" de resiliencia. Este valor refleja que el municipio cuenta con las condiciones y capacidades actuales para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de manera eficiente ante los efectos de una amenaza.

Las variables empleadas en los indicadores de los nueve ejes de resiliencia y de las unidades de resiliencia identifican la presencia o ausencia de los elementos de coordinación oportuna en caso de un incidente, identificación de riesgos, adopción de medidas en materia de cambio climático, condiciones de vulnerabilidad y capacidad social, diseño y desarrollo urbano, capacidad financiera, infraestructura, entorno construido, servicios públicos, economía, atención de emergencias, respuesta adecuada y efectiva, recuperación y reconstrucción, por lo que responden a identificar aquellas fortalezas y áreas de oportunidad para desarrollar mayores capacidades en estos aspectos.

Este índice indica que en el territorio existe una necesidad de fortalecer a un corto y mediano plazo los ejes 1, 3 y 9, mientras que, en un mediano plazo, el Eje 7. Esto con el objetivo de promover acciones que consoliden el grado de resiliencia en el municipio de Monterrey.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Eje 1. Capacidad organizacional e institucional para hacer frente a los riesgos.

Las diferentes medidas de organización y coordinación que ostentan los diversos actores (funcionarios locales, metropolitanos, internacionales, ciudadanía, etc.) en el territorio municipal otorgan herramientas para comprender y reducir el riesgo de desastres. Por tal motivo el gobierno municipal debe ejercer autoridad y recursos para satisfacer los requisitos locales de gestión de riesgos y resiliencia urbana, además de establecer los mecanismos necesarios para hacer frente de manera efectiva a las situaciones de desastres.

El eje 1 en el municipio de Monterrey tiene un grado "Medio" de resiliencia urbana; este eje fue evaluado a través de los siguientes indicadores:

- El municipio tiene la organización, autoridad y recursos para satisfacer los requisitos locales en materia de gestión de riesgos y resiliencia.
- Están definidas la coordinación y responsabilidades de los diversos aspectos de la resiliencia frente a los riesgos y desastres en el municipio. Existencia de direcciones, áreas o perfiles para la coordinación de la gestión integral del riesgo.
- La gestión de riesgos de desastres es un tema de prioridad en el Plan Municipal de Desarrollo.
- El municipio se coordina con organismos de carácter vertical (nacional, internacional) u horizontal (municipios aledaños, metropolitanos) para atender sus principales riesgos.
- Política para la gestión del riesgo. Existencia de una política de gestión integral de riesgos con legislación, programa, reglamento, reglas operativas y/o presupuesto.
- Procedimientos y herramientas para fortalecer las capacidades de los actores que participan en los temas de gestión de riesgos y resiliencia.
- Capacidades institucionales en materia de atribuciones, materiales, capacidad del personal, número del personal y coordinación interinstitucional.

Como se muestra en la siguiente gráfica, el indicador 6 "Los procedimientos y herramientas para fortalecer las capacidades los actores en los temas de gestión de riegos", es la mayor fortaleza en este eje. Cabe señalar que actualmente el municipio cuenta con un portal de sistema de información geográfica para facilitar la aplicación del atlas de riesgos. Caso contrario es el eje 4, que representan un área de oportunidad para mejorar la coordinación entre los municipios integrantes de la Zona Metropolitana de Monterrey, así como con las autoridades estatales. Por ello, la administración actual está trabajando nuevamente en protocolos de actuación para identificar las atribuciones de los actores en caso de un siniestro

Gráfica RU-02. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana del Eje 1.



Fuente: Soluciones SIG.

Capacidad organizacional e institucional para hacer frente a los riesgos.

Por otra parte, el municipio presenta un nivel bajo en la organización, autoridad y recursos para satisfacer los requisitos locales en materia de gestión de riesgos y resiliencia. Sin embargo, actualmente se está trabajando con 6 programas para fortalecer la resiliencia urbana y gestión de riesgos, los cuales se mencionan a continuación.

1. Actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2023,
2. Elaboración Plan de Resiliencia 2023,
3. Elaboración Plan Estratégico Monterrey ideal 2040 (Ciudad Innovadora, Humana y Sostenible),
4. Elaboración Plan de capacitación en Justicia Cívica complementario a la formación inicial de la Policía de Monterrey, y
5. El presente, actualización del Atlas de Riesgos municipal 2023.
6. Plan de Acción Climática de Monterrey.

No obstante, está pendiente actualizar o elaborar y publicar los siguientes 9 programas:

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

1. Actualización del Plan de Ordenamiento Metropolitano 2040 o Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) antecedente del Plan Metropolitano 2000 - 2021 de Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada de Monterrey, publicado el Periódico Oficial Estatal el 12 de septiembre del 2003, para prever el desarrollo sustentable de la ZMM. Se identifica que inicio el proceso formal para la elaboración y actualización del programa en el año 2020, no obstante, actualmente no hay una versión final publicada del documento.
1. Elaboración del Plan Estratégico Monterrey Centro Metropolitano, se establece en el Programa de Municipal de Desarrollo 2021 (PMD).
2. Elaboración del Plan de Recuperación Socio-urbana de Barrios Tradicionales, se establece dentro de las acciones estratégicas del Programa de Municipal de Desarrollo 2021 (PMD).
3. Elaboración del Plan de Infraestructura Verde, consistente en un sistema de parques y corredores verdes.
4. Elaboración de la Estrategia de Gestión de Riesgos Municipal.
5. Elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Local.
6. Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico de Nuevo León (Región Cuenca de Burgos) 2012.
7. Actualización del Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Nuevo León 2030 (PRODUNL 2030)
8. Actualización del Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León.

El indicador "2. Existencia de direcciones, áreas o perfiles para la coordinación de la gestión integral del riesgo" presenta un nivel medio. Esto se debe a que el municipio ha establecido intercambio de información con INEGI, pero requiere de fortalecer el enlace institucional federal con SEDATU, INSUS, CONAVI, RAN (INEGI,2021).

También es importante recalcar que el municipio ha realizado intercambios a nivel estatal con tres instituciones: Desarrollo urbano Estatal, Ordenamiento Territorial Estatal y Obras Públicas Estatal. Las instituciones estatales con las que no ha realizado intercambios son organismos regularizadores de la tenencia de la tierra, Protección Civil Estatal, Registro Público de la Propiedad estatal, Catastro estatal, Procuraduría de Desarrollo Urbano estatal, Instituto de Vivienda y Comisión de Agua estatales.

En cuanto al indicador "3. La gestión de riesgos de desastres", éste presenta un nivel Medio ya que el Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 no establece estrategias o líneas de acción en materia de gestión de riesgos, aunque sí presenta estrategias y líneas de acción en materia de resiliencia urbana como:

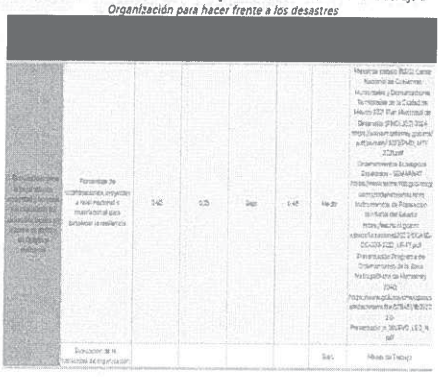
- Actualizar el plan de desarrollo urbano y otros instrumentos de gestión urbana orientándolos a estrategias de transporte y movilidad sostenible y resiliencia urbana.
- Actualizar el Atlas de Riesgo y el Plan de Resiliencia Urbana de Monterrey y fortalecer la resiliencia y la política de Protección Civil de la ciudad en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad civil.

El indicador 5 "Política para la gestión del riesgo." tiene un nivel Bajo debido a que el municipio no cuenta con una Estrategia de Gestión de Riesgos, ni con un Sistema Estatal de Protección Civil con planes operativos por tipo de emergencia. Además, el Atlas de Riesgos todavía está en proceso de elaboración.

Finalmente, el indicador 7 "Capacidades institucionales en materia de atribuciones, materiales, capacidad del personal, número del personal y coordinación interinstitucional" tiene un nivel Medio. Si bien es cierto que la Dirección de Protección Civil cuenta con diversos equipos como de montaña, rescate urbano, unidades operativas, vehículos todo terreno, radios de comunicación, etc., éstos cuentan con un grado de uso y desgaste si bien, en su mayoría, están en condiciones aptas para su empleo.

También es importante señalar que el municipio no cuenta con procedimientos institucionales como protocolos y diagramas de procedimientos estandarizados con rutas críticas, procedimientos, atribuciones y tiempos de ejecución en caso de una emergencia.

Tabla RU-06. Resultados de indicadores y variables de resiliencia urbana del Eje 1. Organización para hacer frente a los desastres

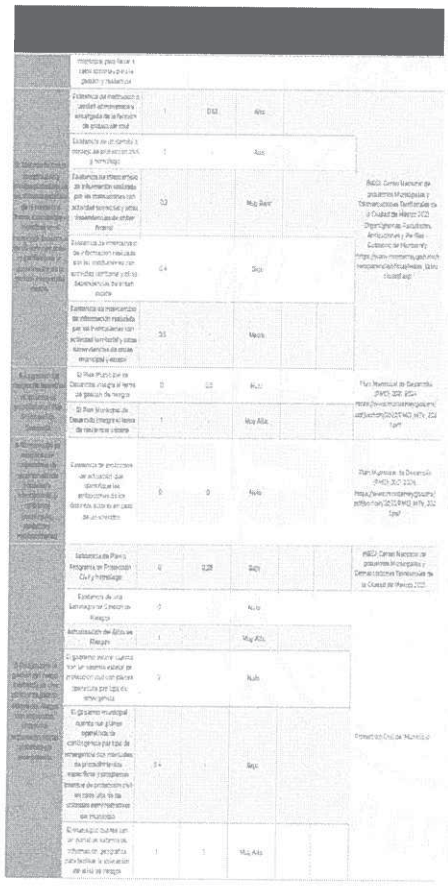


MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





Eje 2. Identificación, comprensión y utilización de escenarios de riesgo

El contar con análisis y mecanismos de identificación de las amenazas, peligros, vulnerabilidades y riesgos existentes en el municipio facilita el proceso de la consulta de información, gestión y planificación por parte de los tomadores de decisiones locales. Este eje considera si el territorio cuenta con información de escenarios de riesgo, así como su actualización, acceso, difusión y utilización para poder actuar de manera oportuna y otorgar herramientas que fortalezcan la capacidad de resiliencia en materia de riesgos.

El eje 2 en el municipio de Monterrey tiene un grado Alto de resiliencia urbana, ya que el municipio ha implementado acciones para fortalecer este aspecto en materia de gestión de riesgos. Los indicadores que evalúan este eje de resiliencia son los siguientes:

1. El municipio cuenta con análisis técnico de las amenazas, peligros y riesgos actuales y futuros, así como elementos para identificar la exposición y vulnerabilidad de su territorio.
2. El municipio cuenta con información de riesgos que se actualiza de manera continua.
3. El municipio identifica, comprende y utiliza los escenarios de riesgos frente a los fenómenos de mayor impacto y frecuencia (Químico-Tecnológicos).
4. El municipio identifica, comprende y utiliza los escenarios de riesgos frente a los fenómenos de origen Hidrometeorológico.
5. El municipio identifica, comprende y utiliza los escenarios de riesgos frente a los fenómenos de origen Geológico.
6. El municipio identifica, comprende y utiliza los escenarios de riesgos frente a los fenómenos de origen Sanitario-Ecológico.
7. El municipio identifica, comprende y utiliza los escenarios de riesgos frente a los fenómenos de origen Socio-Organizativo.
8. El municipio implementa esquemas de prevención y regulación en establecimientos, comercios e instituciones y obras en proceso constructivo.

Los indicadores con mayor grado de resiliencia urbana son el 1 y el 7. En el caso del indicador 1, el municipio cuenta con análisis técnico de las amenazas, peligros y riesgos actuales y

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

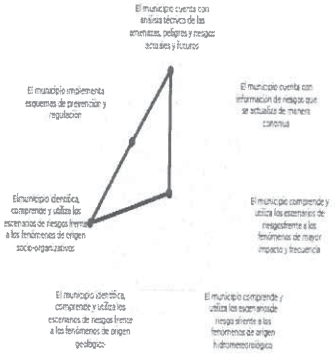
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

futuros, ya que, dentro de la actualización del Atlas municipal, se está considerando pronósticos y escenarios futuros. Paralelamente, el indicador 7 cuenta con registros y mapeo de incidentes viales con el fin de identificar, comprender y utilizar los escenarios de riesgos socio organizativo.

Con respecto al resto de los indicadores, no se tiene información, por lo que los valores caen en categoría "Nulo".

Grafica RU-03. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana del Eje 2. "Identificación, comprensión y utilización de escenarios de riesgo"



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

Tabla RU-07. Resultados de Indicadores y variables de resiliencia urbana del Eje 2

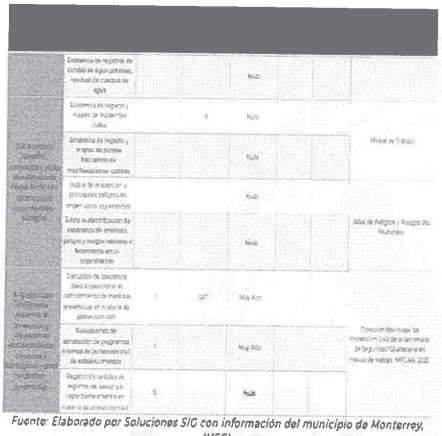
	Existencia de un atlas de riesgos municipal actualizado	1	0.83	Muy Alto	0.83	Muy Alto	Protección Civil Municipal
	La evaluación del riesgo considera escenarios futuros	1		Muy Alto			
	Existencia del tema Gestión integral de Riesgos en algún instrumento jurídico en materia territorial	0		Nulo			
	Las áreas de alto riesgo no urbanizadas están contenidas en la zonificación primaria	1		Muy Alto			INEGI. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021 Plan Municipal de Desarrollo (PMD) 2021-2024
	La identificación y medidas para la protección de las zonas de siguiente y terrenos de vía	1		Muy Alto			
	Registro y mapeo de emergencias por tipo de peligro	0		Nulo			
	Existencia de mecanismos de actualización de información de riesgos por responsables de atención	0	0	Nulo			Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio
	Existencia de mecanismos de actualización de infraestructura de riesgos por población en general	0		Nulo			
	Existencia de estudios de análisis sobre a situación local de las viviendas	0		Nulo			INEGI. Censo Nacional de gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021
	Existe la identificación de escenarios de amenaza peligro y riesgos relativos a fenómenos químico-tecnológicos	0	0	Nulo			Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio
	Registro y mapeo de diferentes tipos estrategias de acciones riesgos	0		Nulo			
	Índice de exposición a peligros de origen químico-tecnológico	0		Nulo			Dirección Municipal de Protección Civil de la Secretaría de Seguridad Ciudadana mesas de trabajo (MTyRs), 2022
	Existe la identificación de escenarios de amenaza peligro y riesgos relativos a fenómenos hidrometeorológicos	0	0	Nulo			Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio
	Índice de exposición a peligros de origen hidrometeorológico	0		Nulo			
	Existe la identificación de escenarios de amenaza peligro y riesgos relativos a fenómenos geológicos	0	0	Nulo			Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio
	Índice de exposición a peligros de origen geológico	0		Nulo			
	Existe la identificación de escenarios de amenaza peligro y riesgos relativos a fenómenos sanitario ecológicos	0	0	Nulo			Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio
	Índice de exposición a peligros de origen sanitario ecológicos	0		Nulo			

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI,

Eje 3. Finanzas públicas municipales

Este eje identifica si el municipio cuenta con las capacidades y mecanismos financieros saludables, así como aquellos destinados a disminuir los riesgos de desastres. Los recursos pueden provenir de los ingresos propios municipales, de reembolsos y asignaciones federales, por lo que brinda más información sobre cómo financiar la reducción del riesgo de desastres.

El municipio tiene un grado Medio de resiliencia urbana en el Eje 3 de capacidad financiera, equivalente a 0.26. De acuerdo con los resultados, el eje comprende de los siguientes indicadores:

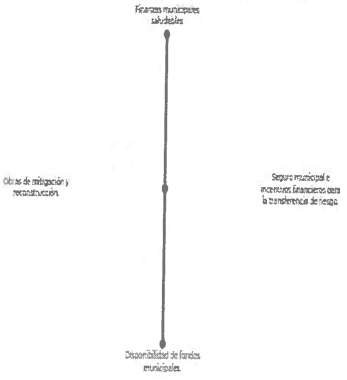
1. Finanzas municipales saludables que permiten la capacidad de mitigación y resiliencia en caso de riesgo, así como eficiencia y disponibilidad de presupuesto para la implementación de medidas de prevención y construcción de obra pública para atender contingencias y mejorar la gestión del riesgo.
2. Seguro municipal e incentivos financieros para la transferencia de riesgo.
3. Disponibilidad de fondos municipales.
4. Obras de mitigación y reconstrucción.

En cuanto al indicador 1 "Finanzas municipales saludables", tiene un grado Medio de resiliencia urbana. El indicador de 2" Seguro municipal e incentivos" presupuesto tiene un grado Nulo debido a que el municipio no cuenta con algún tipo de seguro en caso de ocurrir un siniestro. El indicador 3 "Disponibilidad de fondos municipales" posee un nivel Medio debido a que el municipio cuenta con planes de contingencia municipal. Dichos planes son los instrumentos que le permiten a Protección Civil estatal, asignar fondos para las declaratorias de emergencias. No obstante, no existe un fondo para medidas de mitigación como tal, pero si se considera un programa presupuestal anual para medidas de mitigación y prevención. Finalmente, el indicador 4 "Obras de mitigación y reconstrucción" presenta un nivel Nulo debido a que las acciones y obras de mitigación son de competencia federal o estatal.

En cuanto a las variables que integran a los indicadores del eje 3, las que presentan niveles Alto y Muy Alto son las que están enfocadas al financiamiento y manejo de la deuda. En ambos casos las variables representan un manejo responsable de los ingresos municipales.

Sin embargo, el municipio aún tiene dependencia financiara respecto de las aportaciones y participaciones federales.

Gráfica RU-04. Perfil de resiliencia del eje 3 "Finanzas municipales"



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del IMPLAN del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

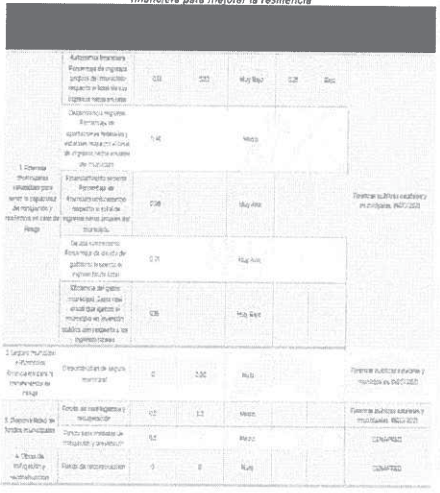
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla RU-08. Resultados de indicadores y variables de resiliencia del Eje 3. Capacidad financiera para mejorar la resiliencia



Eje 4. Diseño y desarrollo urbano resiliente

El eje de desarrollo urbano evalúa la vulnerabilidad y resiliencia en el diseño, gestión y planificación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, de tal modo que se puedan integrar la Gestión Integral de Riesgos y Resiliencia en el desarrollo urbano. El municipio de Monterrey tiene un grado Alto de resiliencia urbana en el Eje 4 de desarrollo urbano, equivalente a 0.52. De acuerdo con los resultados, el eje comprende de los siguientes indicadores:

1. Los instrumentos de planeación y desarrollo urbano están actualizados y en alineación con los instrumentos en materia de riesgo.
2. Monitoreo y control del desarrollo urbano para la mitigación de riesgos. Protocolos y procedimientos para la supervisión de las construcciones.
3. Control, regulación y mitigación de los asentamientos irregulares.
4. Las acciones en el municipio fomentan el crecimiento urbano compacto y la consolidación urbana.

El indicador con mejor evaluación es el cuatro con un nivel Alto. Esto es gracias a que, dentro de las acciones para fomentar el crecimiento urbano, el municipio ha procurado garantizar el acceso de los habitantes a equipamiento urbano, servicios de infraestructura, servicios básicos, al empleo y a una movilidad inclusiva. De igual modo, el municipio cuenta con 7 criterios para establecer la zonificación primaria. Los criterios son los siguientes:

1. Las áreas que integran y delimitan los centros de población, previendo las secuencias y condicionantes del crecimiento de la ciudad.
2. Las áreas de valor ambiental y de alto riesgo no urbanizables.
3. La red de vialidades primarias que estructura la conectividad, la movilidad y la accesibilidad universal, así como a los espacios públicos y equipamientos de mayor jerarquía.
4. Las zonas de conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.
5. La identificación y las medidas necesarias para la custodia, rescate y ampliación del espacio público, así como para la protección de los derechos de vía.
6. Las reservas territoriales, priorizando las destinadas a urbanización progresiva en los centros de población.
7. Las normas y disposiciones técnicas aplicables para el diseño o adecuación de destinos específicos, tales como para vialidades, parques, plazas, áreas verdes o equipamientos.

Por otra parte, el indicador 1 "Instrumentos actualizados de planeación y desarrollo" presenta un nivel Medio debido a que el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) vigente corresponde al año 2013, es decir, tiene 10 años desde la última actualización. Además, dentro

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

del diagnóstico del plan vigente, sólo se enuncian 2 fenómenos: Hidrometeorológico y Geológico, dejando fuera a los Químico-Tecnológicos, Sanitario-Ecológicos y Socio-Organizativos.

En cuanto al indicador 2, se tiene un valor Nulo debido a que no se tiene información los procedimientos y supervisiones de las construcciones.

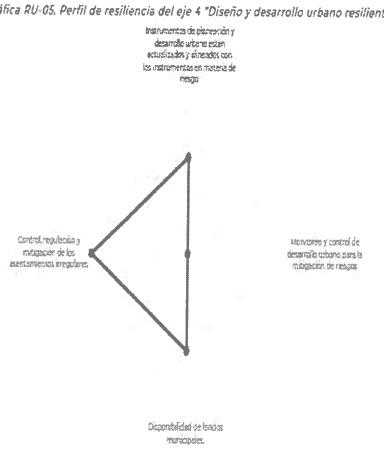
En cuanto al indicador 3" Control, regulación y mitigación de los asentamientos irregulares" también presenta un nivel Medio ya que tanto el PMDU vigente, así como el Plan Municipal de Desarrollo (PMD) 2021-2024 no establecen estrategias y líneas de acción para la mitigación de asentamientos humanos irregulares. Aunado a lo anterior, existen 127 asentamientos irregulares, los cuales, están catalogados mayoritariamente como zonas de crecimiento controlado. Con el objetivo de prevenir la expansión de los asentamientos irregulares, el municipio ha implementado 4 acciones, las cuales se enuncian a continuación:

1. Publicación de regulaciones que sancionen a las personas físicas o morales que fomenten la creación o expansión de asentamientos humanos irregulares.
2. Difusión de las causas, riesgos y consecuencias legales de la creación de asentamientos humanos irregulares.
3. No autorizar licencias o permisos de construcción.
4. Acciones coordinadas con otras instancias de gobierno.

Paralelamente a estas acciones, el municipio también ha implementado 8 acciones para el aprovechamiento del suelo intraurbano e impulsar la ciudad compacta. Las acciones son las siguientes:

1. Uso del suelo intraurbano mediante el aprovechamiento de predios baldíos o subutilizados.
2. Reaprovechamiento de edificios y lotes en situación de deterioro.
3. Rehabilitación y mejoramiento para la dotación y ubicación de áreas verdes y equipamientos.
4. Inclusión de vivienda vertical en los nuevos desarrollos.
5. Crear, ampliar o consolidar la red peatonal, la red ciclista y trasporte público masivo.
6. Asignar usos de suelo y destinos compatibles, promoviendo usos del suelo mixtos que integren zonas residenciales, comerciales y centros de trabajo.
7. Gestión de fideicomisos para la redensificación.
8. Definición de polígonos de desarrollo y construcción prioritarios.

Gráfica RU-05. Perfil de resiliencia del eje 4 "Diseño y desarrollo urbano resiliente"



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del IMPLAN del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

Tabla RU-09. Resultados de indicadores y variables de resiliencia del Eje 4. Diseño y desarrollo urbano resiliente

	Vigencia del PMDU de Nuevo	N.A		Gap	3.22	Medio	
1. Los instrumentos de planeación y desarrollo urbano están actualizados y alineados con los instrumentos en materia de riesgo	El municipio ha iniciado un proceso de actualización del PMDU vigente			Muy Bajo			Plan de Desarrollo Urbano de Nuevo Monterrey 2013-2030 (IMPLAN) Atlas de Peligros y Riesgos Fichas técnicas de indicadores del Programa Resiliencia de NUEVO Gobierno Abierto
	Alineación del PMDU en materia de riesgo con relación a Atlas de Peligros	0.4		Bajo			
	El municipio cuenta con el marco y gobernanza para la implementación de las regulaciones y verificación	3	2	Medio			
2. Control, regulación y mitigación de los asentamientos irregulares	Identificación y monitoreo de una normativa y acciones para la mitigación de asentamientos irregulares	3	2.5	Medio			Plan de Desarrollo Urbano de Nuevo Monterrey 2013-2030 (INEGI) Censo Nacional de Gobierno Municipales y

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

El municipio cuenta con un registro y revisión de las edificaciones irregulares	0	Nulo			Gobierno Abierto Monterrey 2022
El municipio ha realizado acciones aplicables para prevenir el asentamiento o expansión de asentamientos humanos irregulares	1	Muy Alto			
El municipio cuenta y cuenta con un registro y revisión de asentamientos humanos en zonas de riesgo	1	Muy Alto			
El municipio cuenta con un registro oficial expedido y georreferenciado de los asentamientos humanos irregulares, bien ubicado por tipo de riesgo	0	Nulo			
El municipio ha realizado acciones aplicables para prevenir el asentamiento o expansión de asentamientos humanos irregulares en zonas de riesgo	1	Muy Alto			
Acciones aplicables para fortalecer el crecimiento urbano mediante la extensión de ciudad compacta en las áreas aptas con actividad territorial en el municipio	0.8				
Acciones de prevención, auxilio y servicios de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población realizadas en las instalaciones con actividad territorial	1	0.9	Muy Alto		
3. Las acciones en el territorio fortalecen el crecimiento urbano compacto y la reestructuración urbana	Creación de corredores de urbano comerciales en alguna política o estrategia de comercialización de vivienda en las instalaciones con actividad territorial en el municipio	1		Muy Alto		SEDUE, Censo Nacional de gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021
	Áreas que aprovechan comerciales en la zonificación primaria en las instalaciones con actividad territorial en el municipio	0.5		Alto		

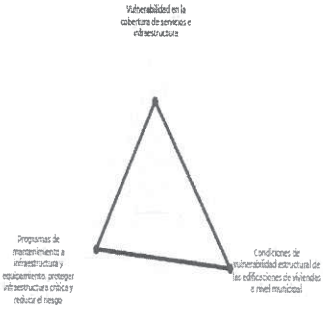
Eje 5. Resiliencia de la infraestructura y equipamiento

En este eje se realizó una evaluación de la infraestructura y edificaciones urbanas para aumentar la resiliencia y el funcionamiento de la ciudad.

Se identifica infraestructura, equipamiento y servicios urbanos como: servicios básicos, carreteras, puentes, aeropuertos, sistemas eléctricos, de comunicación, servicios hospitalarios, de emergencia, abastecimiento de agua y energía. El municipio de Monterrey tiene un grado Alto en dicho eje, equivalente a 0.7. Los indicadores de evaluación son los siguientes:

1. Vulnerabilidad en la cobertura del servicios e infraestructura.
2. Condiciones de vulnerabilidad estructural de las edificaciones de viviendas de acuerdo con las características del material a nivel municipal.
3. Programas de mantenimiento de infraestructura y equipamiento y cumplimiento de obras y acciones para proteger la infraestructura crítica, reducir el riesgo y aumentar la resiliencia para la planeación.

Gráfica RU-06. Perfil de resiliencia del eje 5 "Resiliencia de la infraestructura y equipamiento"



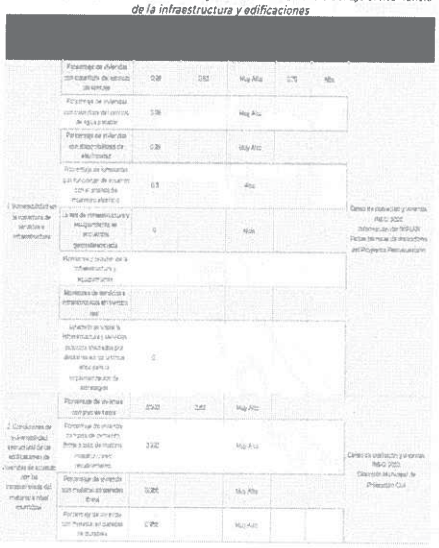
Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información de Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020, Información del IMPLAN Fichas técnicas de indicadores del Programa presupuestario Ene Jun 2022, Gobierno Abierto Monterrey 2022

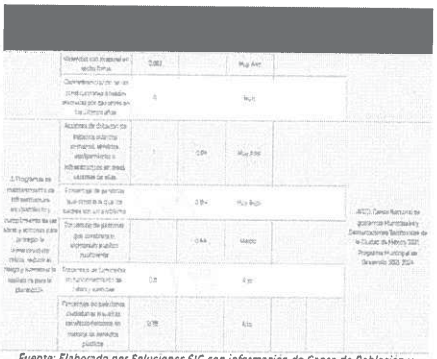
MTY AQUÍ SE RESUELVE

De los indicadores mencionados, el que presenta un mayor puntaje es el 2, el cual está ligado a las condiciones de vulnerabilidad estructural de las viviendas. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de INEGI (2020), más del 90% de las viviendas particulares habitadas en Monterrey están fabricadas con materiales duraderos, por lo que su vulnerabilidad en este ámbito es baja.

El indicador 3 "Programas de mantenimiento de infraestructura y equipamiento" presenta un nivel Medio. Esto se debe a que, a pesar de que existen programas de mantenimiento de infraestructura y equipamiento para dar cumplimiento a las obras y acciones de protección a la infraestructura crítica, el 56% de la población considera que el alumbrado público es insuficiente. En otros casos, el 81.6% de la población considera que los baches son uno de los principales problemas dentro de la infraestructura vial (PMD 2021-2024).

Tabla PU-10. Resultados de indicadores y variables de resiliencia del Eje 5. Resiliencia de la infraestructura y edificaciones





Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información de Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020, Información del IMPLAN Fichas técnicas de indicadores del Programa presupuestario Ene Jun 2022, Gobierno Abierto Monterrey 2022

Eje 6. Capacidad social

Las diferentes condiciones sociales de la población coadyuvan a la posible generación de afectaciones derivadas de la ocurrencia de fenómenos perturbadores. El grado de capacidades y conocimientos que determinada sociedad presenta para enfrentarlos incide en su posible impacto.

Por tal motivo, es de gran relevancia dotar a la población de competencias y mecanismos que reduzcan su vulnerabilidad y fortalezcan su grado de resiliencia.

El eje 6 en el municipio de Monterrey tiene un grado Alto de resiliencia urbana y se valoró por medio de los siguientes indicadores:

1. Acceso y cobertura del servicio médico.
2. Acceso y cobertura de servicios educativos.
3. Población vulnerable.
4. Acceso a empleo.
5. Condiciones para la prevención de hacinamiento, marginación y pobreza urbana.

Gobierno de Monterrey

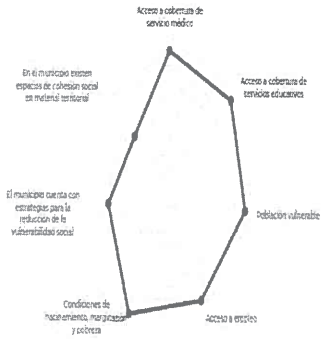
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

6. El municipio cuenta con estrategias para la reducción la vulnerabilidad social, mejorar la calidad de vida frente a los desastres de la población, para aumentar su capacidad de resiliencia.
7. En el municipio existen espacios de cohesión social en materia territorial.

El indicador con menor grado de resiliencia urbana corresponde al 7 con un grado Medio de resiliencia urbana, por lo que se recomienda mejorar la participación ciudadana en los comités vecinales, así como la promoción de talleres por parte de las autoridades hacia la población para la prevención de la violencia y el delito. En contraparte, el indicador con mayor grado es el 5, el cual hace referencia a las condiciones de hacinamiento y marginación. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI,2020), sólo el 1.6% de las viviendas cuentan con ocupantes en condición de hacinamiento. Al mismo tiempo, de las 782 colonias existentes en el municipio, sólo 39 presentan un grado Alto y Muy Alto de marginación urbana. Sin embargo, es importante señalar que el 19.2% de la población se encuentra en situación de pobreza.

Gráfica RU-07. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana del Eje 6.



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

En cuanto al indicador 1 "Acceso y cobertura de servicios médicos", se tiene un grado Muy Alto. De los aspectos a destacar, Monterrey cuenta con 5.9 profesionistas en el área de la salud por cada 1000 habitantes, posicionándolo como el municipio con mayor número de personal médico en Nuevo León. No obstante, se requiere ampliar la cobertura de los servicios de salud ya que existe un 20.8% de población sin derechohabiencia a los servicios de salud. De igual modo, el 24.4% de la población cuenta con algún tipo de carencia en el ámbito de salud.
Por su parte, el indicador 2 "Acceso a cobertura de servicios educativos" presenta un nivel Muy Alto. De acuerdo con las variables utilizadas, menos del 1.5% de la población es analfabeta. Otro elemento por considerar es que, de la población potencial para cursar el nivel educativo de primaria, sólo el 3.54% no asiste. Sin embargo, los años promedios de escolaridad dentro del municipio son de 11.47, lo que se traduce a que la mayoría de la población estudia hasta casi terminar el bachillerato.

El indicador 3 "Población vulnerable" cuenta con un grado Muy Alto. De los grupos con mayor vulnerabilidad son los de la niñez y adultos mayores, representando el 31.44% del total de la población municipal. En menor medida, el 1% de la población de Monterrey habla alguna lengua indígena y el 4.46% tiene algún tipo de discapacidad.

El indicador 4 "Acceso al Empleo" tiene un grado Alto principalmente porque la tasa de desempleo es del 1.88%.

El indicador 6 "Estrategias para la reducción de la vulnerabilidad" posee un grado Alto. De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo vigente, se están implementando acciones para satisfacer determinadas necesidades ligadas a la salud, familia, bienestar material, el hogar y la ciudad. En conjunto, estas acciones lograrían que para el año 2024, el índice de calidad de vida en Monterrey fuera el 70%.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Tabla RU-11. Resultados de indicadores y variables de resiliencia urbana del Eje 6. Capacidad social

1. Acceso y cobertura de servicios básicos	Porcentaje de viviendas sin servicio básico	1	0.01	Muy Alto	0.77	Alto
	Cobertura de servicios de salud (porcentaje de población no derechohabiente)	0.742		Alto		Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)
	Porcentaje de consultas de salud	0.758		Alto		
2. Acceso a cobertura de servicios educativos	Porcentaje de analfabetismo	2.67	2.67	Muy Alto		Consejo de población y vivienda INEGI 2020
	Porcentaje de demanda de educación básica	0.804		Muy Alto		Programa Municipal de Desarrollo 2021-2024
	Costo promedio de vivienda	0.872		Medio		Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)
3. Protección vulnerables	Porcentaje de la población que pertenece a algún tipo de discapacidad y limitación en la actividad	0.425	0.88	Muy Alto		
	Porcentaje de la población vulnerable (menor y mayor de edad)	0.884		Medio		Consejo de población y vivienda INEGI 2020
	Porcentaje de población en riesgo indígena	0.09		Muy Alto		
4. Acceso a empleo	Tasa de desempleo	0.04	0.08	Medio		Consejo de población y vivienda INEGI 2020
	Tasa de marginación	0.08		Muy alto		
5. Condiciones de hacinamiento, marginación y acceso a vivienda	Carencia de hacinamiento	0.09	0.91	Muy alto		Consejo de población y vivienda INEGI 2020
	Índice de marginación Urbana	0.93		Muy alto		Estrategia Nacional de Resiliencia (ESNARC)
	Porcentaje de población en pobreza	0.928		Muy alto		Programa Municipal de Desarrollo 2021-2024
6. El municipio cuenta con estrategias para la reducción de la vulnerabilidad social	Índice de vulnerabilidad global		0.69			Atlas de Peligros y Riesgos Municipio 2021
	Índice de calidad de vida	0.59		Medio		
7. En el municipio existen espacios de ordenación social en materia territorial	Existencia de organizaciones y comités vecinales	0	0.42	Bajo		Mesas de trabajo Programa Municipal de Desarrollo 2021-2024
	Índice de Cohesión Social	1.18		Muy alto		

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

Eje 7. Capacidad Ambiental

Este eje contempla la información relativa a los servicios ecosistémicos de relevancia en el territorio municipal, así como la adopción de medidas en materia de cambio climático y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero entre otros aspectos que se encuentran contemplados en la administración pública y en el desarrollo territorial municipal. La implementación de acciones de conservación, protección y restauración de los distintos elementos del entorno natural contribuyen a aminorar los riesgos actuales y futuros provocados por fenómenos de origen natural y antropogénico (derivados del daño que las actividades de índole industrial, agrícola, urbana, comercial o de otro tipo ocasionan a los ecosistemas naturales), que desencadenan los desastres, de esta forma se favorece la generación de espacios sustentables y resilientes.

El eje 7 en el municipio de Monterrey tiene un grado Medio de resiliencia urbana y se evaluó a través de los siguientes indicadores:

1. El municipio cuenta con instrumentos de planeación en materia ambiental para establecer medidas de conservación de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros.
2. El municipio implementa acciones para la conservación de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros en los centros de población.
3. El municipio considera áreas de protección ambiental ecológica y urbana en la zonificación primaria.
4. El municipio adopta medidas de protección de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros.
5. El municipio cuenta con acciones y estrategias de reforestación y áreas verdes.
6. El municipio cuenta con acciones y estrategias de saneamiento y gestión hídrica.
7. El municipio cuenta con estrategias o acciones para una gestión de residuos sólidos urbanos.

El indicador con menor grado de resiliencia urbana es el 7 ya que el municipio no cuenta con centros de acopio para el manejo y separación de residuos sólidos. No obstante, es importante señalar que, en promedio, el 32.19% de las viviendas separan o reutilizan los residuos sólidos ya sea para vender, alimentar animales o usar como abono (INEGI, 2020). Al mismo tiempo, el 95.79% de las viviendas particulares habitadas de Monterrey desechan los residuos sólidos a través de las rutas de recolección de residuos sólidos. Cabe señalar que sólo las rutas de recolección están concesionadas y su única responsabilidad es la de recolección, pero no la de separación o reciclaje. Las dos últimas acciones son responsabilidad del Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE).

Gobierno de Monterrey

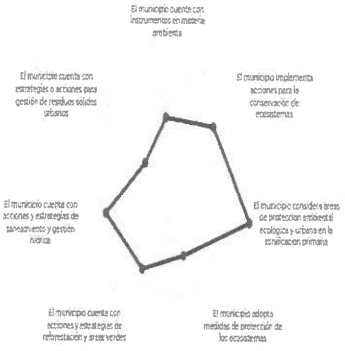
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

El indicador 4 tiene un grado Medio de resiliencia urbana, debido a que el municipio ha adoptado medidas de conservación de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros, lo que indica que este es un aspecto que la actual administración ha encaminado esfuerzos para la consolidación de un mejoramiento en materia ambiental de la ciudad.

En cuanto al indicador con mayor grado del eje 7, es el número 3 gracias a que las zonas de conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, así como las áreas de valor ambiental y de alto riesgo no urbanizables están contenidas en la zonificación primaria. De igual modo, dentro de la actualización del PMDU de Monterrey, se está considerando la implementación de normas y criterios de imagen urbana y diseño para áreas verdes y espacio público.

Gráfica RU-08. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana del Eje 7 "Capacidad Ambiental"



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

El indicador 1 presenta un grado Medio debido a que el municipio cuenta con algunos instrumentos de planeación en materia ambiental para establecer medidas de conservación de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros. Entre estos instrumentos sobresale el Plan de Acción Climática, el cual cuenta con acciones estratégicas para combatir el Cambio Climático. Asimismo, se ha implementado el Acuerdo Verde por Monterrey, que es un instrumento de gobernanza abierta y participativa de planeación y coordinación para la acción climática de Monterrey y tiene como objetivo desarrollar soluciones climáticas e implementarlas a través del Plan de Acción Climática Municipal.

El municipio también cuenta con programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas o Zonas de Alto Valor Ecológico como el Monumento Natural "Cerro de la Silla", el Parque Nacional "Cumbres de Monterrey", el Cerro del "Topo Chico", la Sierra "Las Mitras" y "Cerro de la Silla".

Por otro lado, el municipio todavía no cuenta con un Plan de Gestión Ambiental o un Programa de Ordenamiento Ecológico Local en tanto que el Programa Municipal de Control Urbano y Desarrollo Ambiental está desactualizado.

Tabla RU-12. Resultados de indicadores y variables de resiliencia urbana del Eje 7. Ambiental

	Existencia de Plan de Gestión Medio Ambiental	3	Grado	Medio	Grado	Medio
	Existencia de Plan de Acción Climática. Mención a Programa de Gestión de la Calidad del Aire	7		Muy Alto		
1. El municipio cuenta con instrumentos de planeación en materia ambiental para establecer medidas de conservación de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros	Existencia de Programa de Ordenamiento Ecológico (POEL)	0		Nulo		
	Existencia de Programa de Ordenamiento Ecológico Regional	0.5		Medio		
	Existencia de Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas/Zona de Alto Valor Ecológico de Conservación en el Municipio	0.6		Bajo		
	Existencia de Programa de Conservación y Ampliación del Arbolado Urbano y de la Infraestructura Verde en un Sistema Público Municipal	1		Muy Alto		
2. El municipio implementa acciones para la conservación de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros en relación a la población	Acciones de plantación de áreas verdes en vía pública de actuación prioritaria en fraccionamientos con servicios municipales en el municipio	3		Alto		
	Acciones de protección y extracción de microplásticos hídricos contaminados mediante pozo o medio subterráneo	2		Alto		
	Provisión de áreas verdes, recreativa pública adecuada y de calidad	1		Muy Alto		
3. El municipio considera áreas de protección ambiental ecológica y urbana en la zonificación primaria	Lineamientos de conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población con valor ambiental en la zonificación primaria	1	1.5	Muy Alto		
	Cuerpos de agua y áreas verdes	2		Muy Alto		

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

	solicitudes para el diseño o ejecución de estrategias y obras viales						
4. El municipio cuenta con medidas de protección de los asentamientos para riesgos hídricos actuales y futuros	Existencia de mapeo cartográfico y tablas de las viviendas ubicadas en zonas vulnerables comprendidas en algún nivel de riesgo (alto, medio o bajo) y/o declaratoria de ¿Zonas de riesgo inminente	0	0.5	Nulo			Centro Nacional de Prevención de Desastres y Gobiernos Territoriales de la Ciudad de México 2021 (NGU)
	Acciones de protección ecológica en las cuencas de población vulnerable en las instituciones con actualidad mediante en el municipio	1		Muy Alto			
5. El municipio cuenta con acciones y estrategias de rehabilitación y alerta ante	Existencia de Programa de Ordenamiento Ecológico	1	0.25	Muy Alto			Centro Nacional de Prevención de Desastres y Gobiernos Territoriales de la Ciudad de México 2021 (NGU) Programa Municipal de Desarrollo 2021-2024
	Superficie en m2 de zonas verdes urbanas por habitante	0.8		Medio			
	Existencia de un inventario de áreas verdes	0		Nulo			
6. El municipio cuenta con estrategias y mecanismos de atención y gestión integral	Existencia de Plan de Desarrollo y Obras	0	0.071	Nulo			Centro Nacional de Prevención de Desastres y Gobiernos Territoriales de la Ciudad de México 2021 (NGU) Programa Municipal de Desarrollo 2021-2024
	Existencia de Plan Maestro Hídrico Local	1		Muy Alto			
	Establecimiento del Programa de Contingencia Ambiental en Derechos del Tribunal ambiental e intervención judicial	1		Muy Alto			
7. El municipio cuenta con estrategias y acciones para una gestión de residuos sólidos urbanos	Existencia de programas de gestión integral de residuos sólidos urbanos	0.143	0.25	Muy Alto			
	Porcentaje de viviendas dentro del municipio con acceso a servicios de recolección de residuos sólidos urbanos	0.98		Muy Alto			Dirección General de Residuos Sólidos Urbanos en el Organismo Operador del Servicio de Limpia 2022 Centro Nacional de Prevención de Desastres y Gobiernos Territoriales de la Ciudad de México 2021 (NGU)
	Existen acciones de mitigación y remoción en contenedores de residuos y separación de residuos sólidos	0.5		Bajo			
	Existencia de existe de un acuerdo para un mejor manejo de residuos sólidos	0		Nulo			

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

Eje 8. Respuesta adecuada y efectiva

Contar con estrategias adecuadas en la coordinación, atención y reacción de emergencias garantiza la disminución del grado de desastres de determinado territorio y contribuye a la generación de capacidades resilientes y efectivas para la protección y salvaguarda de los habitantes y sistemas expuestos del territorio. Por ello, evaluar este aspecto resulta de suma relevancia, para formular aquellas acciones que necesitan un reforzamiento oportuno.
Este Eje en el municipio de Monterrey tiene un grado "Alto" de resiliencia urbana y se evalúa por los siguientes indicadores:

1. El municipio cuenta con planes de contingencia o preparación frente a desastres o emergencias.
2. El municipio cuenta con esquemas de respuesta y capacitación en materia de Protección civil.
3. El municipio está conectado con sistemas de alerta.
4. El municipio cuenta con estrategias para la atención de personas afectadas por un siniestro.

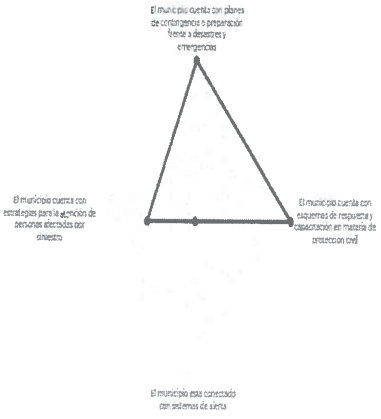
En este eje, los indicadores con grado Muy Alto son el 1 y el 2. En cuanto al eje 1, si se tienen registros de protocolos de actuación en las manifestaciones sociales. Desde el mes de marzo se comenzó a realizar protocolos de atención a las manifestaciones sociales, especialmente para la manifestación del 8M. En el caso del eje 2 y la disposición de un programa de capacitación en materia de prevención, actualmente sí existe, pero este programa está orientado a desarrollarse con personal interno y externo a la dirección de Protección Civil, sin una separación de contenido entre las autoridades y la población civil. Además, la Dirección Municipal de Protección Civil cuenta con un centro de operaciones de emergencias, al igual que diversos equipos para la labor de rescate como automóviles, ambulancias, radios de comunicación, botiquín de primeros auxilios, por mencionar algunos. En general el equipo se encuentra en buenas condiciones.
El único indicador con grado Medio es el 4, ello gracias a que el municipio si cuenta con estrategias y acciones para la atención de personas afectadas por un siniestro como los refugios temporales o los planes de atención de personas afectadas. No obstante, este último no ha sido actualizado. También es importante señalar que no se tienen identificado rutas de comunicación en caso de algún siniestro o emergencia. Por lo tanto, tampoco existe información georreferenciada al respecto.
En cuanto al indicador 3, el municipio no cuenta con Sistema de Alerta para avisar a la población frente algún tipo de riesgo.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Gráfica RU-09. Sistema de evaluación para la gestión integral del riesgo y resiliencia urbana del Eje 8. Respuesta adecuada y efectiva



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

Tabla RU-13. Resultados de indicadores y variables de resiliencia urbana del Eje 8. Respuesta adecuada y efectiva

1. El municipio cuenta con planes de contingencia o preparación frente a desastres y emergencias	Existencia de protocolos de actuación en las manifestaciones violentas	1	1	Muy Alto	0.05	Alto	Dirección Municipal de Protección Civil
2. El municipio cuenta con esquemas de respuesta y capacitación en materia de protección civil	Existencia de programas de capacitación en materia de prevención y atención de situaciones de protección civil	1	1	Muy Alto			
	Disponibilidad de un centro de operaciones de emergencias	1		Muy Alto			Dirección Municipal de Protección Civil, Fuerzas de tarea (MTY,SIG)
	Existencia de ejercicios de simulacro y visitas	1		Muy Alto			
	Existencia de mecanismos de prevención y reducción	1		Muy Alto			
3. El municipio está conectado con sistemas de alerta	Existencia de un Sistema de Alertamiento de Riesgos	0	0	Muy Alto			Fuerzas de tarea
4. El municipio cuenta con estrategias para la atención de personas afectadas por siniestro	Existencia de planes de atención de personas afectadas por siniestro	0	0.58	Nulo			Comité Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2020 (MGG)
	Existencia de refugios temporales	1		Muy Alto			
	Existencia de redes de comunicación de emergencia	0		Nulo			
	Existe una distribución de agua en zonas de difícil acceso	0.80		Muy Alto			
	Existencia de sistemas de información sobre la gestión de usuarios vulnerables en materia de atención de fugas o problemas de la red	1		Muy Alto			

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información del municipio de Monterrey, INEGI, 2022 y otras fuentes federales.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Eje 9. Recuperación y reconstrucción

Este eje mide la resiliencia del municipio para la recuperación, rehabilitación y reconstrucción de la población e infraestructura una vez que ocurrió la afectación de algún fenómeno natural o antrópico, así como la respuesta para lograr una planificación a largo plazo. Se requiere disminuir los tiempos de recuperación y garantizar la reconstrucción, dirigir el proceso de reconstrucción, usando la crisis como una oportunidad.

En el eje 9. Recuperación y reconstrucción, el municipio de Monterrey tiene un grado Bajo de resiliencia urbana, equivalente a 0.31 (ver Tabla 14). De acuerdo con los resultados, el eje se comprende de los siguientes indicadores:

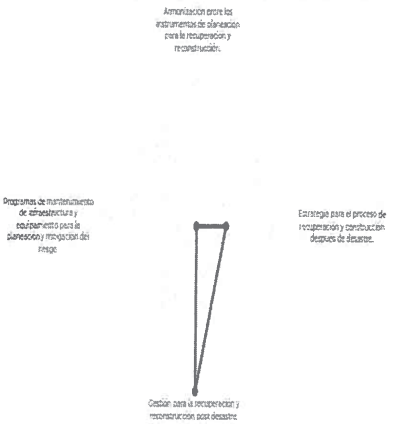
1. Armonización entre los instrumentos de planeación para la recuperación y reconstrucción. Existe una vinculación los instrumentos de planeación con los procesos de reconstrucción.
2. Estrategia para el proceso de recuperación y construcción después de desastre. Existencia de una estrategia y/o plan de organización, definición de funciones, responsabilidades para la recuperación y reconstrucción adecuada en caso de desastre.
3. Gestión para la recuperación y reconstrucción post desastre.
4. Programas de mantenimiento de infraestructura y equipamiento para la planeación y mitigación del riesgo.

En este eje los indicadores 1 y 4 tienen un grado nulo de resiliencia urbana. En el caso del indicador 1, en el Atlas de Riesgos Municipal 2009, si considera acciones de reconstrucción, aunque van encaminadas al mejoramiento de infraestructura y servicios. Además, la información está desactualizada por lo que hace inoperante el Atlas. Sobre el indicador 4, el grado Nulo de resiliencia se debe a la falta de procedimientos de evaluación post desastre. Es decir, no se tienen contemplado la manera de evaluar la eficiencia de la recuperación y reconstrucción. De igual modo, tampoco se tiene claro el protocolo o los mecanismos necesarios para tener acceso a un fondo de recuperación.

Referente al indicador 2, el grado de resiliencia es Bajo ya que actualmente en el Plan Municipal de Desarrollo vigente sólo se consideran obras de reconstrucción en el ámbito de infraestructura para servicios. Otro elemento por señalar es que, si bien es cierto que existen protocolos públicos relacionado con los procesos de recuperación y reconstrucción, estos sólo pueden ser aprobado previamente por un consejo y sólo en situaciones extraordinarias. Además, el reglamento municipal de Protección Civil no establece especificaciones sobre el proceso de recuperación y reconstrucción.

El indicador 3 tiene un grado Alto gracias a que existe un organismo o comité coordinador para la recuperación. En el caso de Monterrey, el consejo municipal tiene las atribuciones para definir el proceso de evaluación de daños y necesidades. Posteriormente, es el presidente municipal el que realiza la solicitud para la recuperación.

Gráfica RU-10. Perfil de resiliencia del eje 9 "Recuperación y reconstrucción"



Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información Atlas municipal, CENAPRED 2020, Gobierno Municipal de Monterrey, 2021, Protección Civil, Estado de Monterrey 2022, Ley del Sistema Estatal de Protección Civil, Orden jurídico Estado de Monterrey 2015.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla RU-14. Resultados de indicadores y variables de resiliencia del Eje 9. Recuperación y reconstrucción

1. Articulación entre los instrumentos de información para la recuperación y reconstrucción	Dentro de riesgo incluye información sobre el proceso de reconstrucción	0	0	Nulo	0.0	Bajo
	El Programa Municipal de Desarrollo incorpora medidas de acción estratégica sobre el proceso de reconstrucción	0	0.0	Nulo		
2. Estrategia para el proceso de recuperación y reconstrucción después de desastre	El sistema estatal o municipal de protección civil cuenta con guías o protocolos públicos relacionados con las etapas de recuperación y reconstrucción	1				Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 Dirección Municipal de Protección Civil Reglamento Estatal
	El reglamento municipal de protección civil establece identificación, acceso al proceso de recuperación y reconstrucción	0		Nulo		
	El reglamento municipal de protección civil establece especificaciones sobre el proceso de reconstrucción y recuperación	0		Nulo		
3. Capacidad para la recuperación y reconstrucción post desastre	Existe un plan general o comité encargado para la recuperación que integre medidas previas con un sistema de evaluación de daños y afectación	1	1	Muy Alto		Dirección Municipal de Protección Civil Reglamento Municipal
4. Programas de mantenimiento de infraestructura y equipamiento para la planeación y mitigación del riesgo	Existen procedimientos de evaluación post desastre o análisis de riesgo	0	0	Nulo		Dirección Municipal de Protección Civil Reglamento Municipal
	Se cuenta con un mantenimiento para evaluar daños a partir de un desastre	0		Nulo		

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG con información Atlas municipal, CENAPRED 2020, Gobierno Municipal de Monterrey, 2021, Protección Civil, Estado de Monterrey 2022, Ley del Sistema Estatal de Protección Civil, Orden jurídico Estado de Monterrey 2015.

19. RIESGO / EXPOSICIÓN Y ESCENARIOS DE RIESGO

19.1. Definición de índices de riesgo geológico

Inestabilidad de laderas

Los índices de riesgo estimados para los fenómenos de origen geológico conceden mayor jerarquía al nivel de peligro con respecto al grado de vulnerabilidad. Los índices se calculan con un promedio ponderado que asigna 70% al peligro geológico y 30% a la vulnerabilidad global.

En un Sistema de Información Geográfica (SIG) se integran las coberturas de peligro y vulnerabilidad, mediante álgebra de mapas se aplica dicho promedio ponderado, el índice de riesgo se clasifica en cinco categorías: verde fuerte: Muy Bajo riesgo, verde claro: Bajo riesgo, amarillo: Medio riesgo, anaranjado: alto riesgo y rojo: Muy Alto riesgo. Los criterios en la determinación de dichos índices de riesgo se aprecian en la siguiente tabla que identifica el riesgo en una escala ascendente de colores que van de verde al rojo conforme su menor a mayor intensidad.

Tabla RG-01. Nivel de peligro geológico

Vulnerabilidad global \ Nivel de peligro geológico	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8
4	5	6	7	8	9
5	6	7	8	9	9

Fuente: Soluciones SIG

El índice de riesgo, resultado de la integración del grado de vulnerabilidad global y la intensidad del peligro asociados a los fenómenos de mayor recurrencia en el territorio, analizados en la Fase II, se presenta a continuación. Dada su relevancia en el contexto municipal, el índice de riesgo por inestabilidad de laderas es estimado y representado mediante la cartografía correspondiente a los fenómenos de origen geológico en el municipio.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Resultados

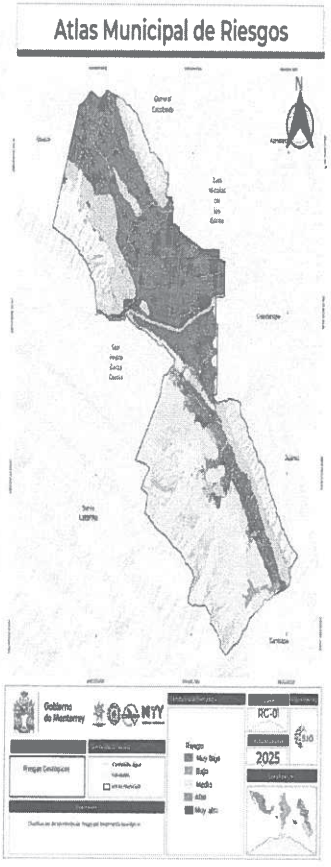
La capa de índices de riesgo por inestabilidad de laderas, anteriormente denominada procesos de remoción de masa (PRM) en ejercicios de atlas previos, adopta la nomenclatura actualmente utilizada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) para la evaluación de este tipo de fenómenos. Para efectos del presente estudio, esta capa constituye el equivalente funcional de la capa de riesgo geológico definida en el Atlas Estatal.

En este contexto, la cartografía de índices de riesgo por inestabilidad de laderas (o PRM) cumple el mismo propósito que dicha capa estatal, al sintetizar la interacción entre las condiciones físicas del terreno, la susceptibilidad del medio y los elementos expuestos. De esta forma, se consolida como el insumo principal para la identificación de áreas prioritarias de atención y para la planeación de acciones de gestión del riesgo.

Para la elaboración del mapa de riesgo se integraron la capa de vulnerabilidad física y la capa de peligro por inestabilidad de laderas mediante un análisis espacial, orientado a delimitar las zonas con mayor probabilidad de afectación y daño potencial. Este procedimiento permitió estimar de manera conjunta tanto la intensidad del fenómeno como las posibles consecuencias sobre la población, la infraestructura y los bienes materiales.

Debido a la escala de trabajo empleada, la representación resultante presenta un mayor nivel de detalle, con información desagregada a nivel de manzana. En consecuencia, por la resolución de los insumos y el grado de precisión espacial alcanzado, esta cartografía puede mostrar diferencias respecto a la del Atlas Estatal, la cual fue generada a una escala menos detallada que la municipal.

La superposición de las capas de peligro y vulnerabilidad permitió identificar niveles de riesgo elevados en las franjas de contacto entre las serranías y las áreas urbanizadas mencionadas, evidenciando una relación directa entre la intensidad del fenómeno y la magnitud de la exposición existente. Los resultados obtenidos son consistentes con lo señalado en el Atlas Estatal de Riesgos, el cual reconoce estas zonas montañosas y sus entornos inmediatos como áreas prioritarias para la prevención, mitigación y gestión del riesgo.



338

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Sismos

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (Reyes, Flores, Pacheco. López, & Valerio Ruiz y Zepeda, 2006) propone la construcción de mapas de riesgo a través de la evaluación de la vulnerabilidad de la vivienda ante sismo con base en las características de los materiales y sistema estructural de la vivienda esto debido a que en nuestro país se observan consistentemente daños en las edificaciones e infraestructura en general ante la incidencia de estos eventos naturales, lo que se traduce en cuantiosas pérdidas económicas al año.

La obtención del índice que tiene en cuenta la vulnerabilidad física consta de la clasificación de la vivienda que en este caso se realizó con anterioridad a partir del conocimiento de la tipología y esta, a su vez, recibe una calificación que relaciona el tipo de vivienda ante daño por sismo en donde el número 1 es para la de mejor desempeño y, 4 y 7.6, respectivamente, para las viviendas con peor desempeño. A continuación, se muestra una tabla con estos valores aplicados a la tipología identificada para el municipio de Monterrey.

El índice de vulnerabilidad aquí aplicado para cada tipología de vivienda se maneja en una forma simplificada.

Se sabe que un índice de riesgo es un valor entre 0 y 1 sin embargo en este caso, aunque los valores toman ese rango de valores ésta es sólo una medida cualitativa de la evaluación del riesgo estructural ante dicho fenómeno.

Tabla RG-02. Tipos de vivienda con base en información técnica en el municipio de Monterrey

1	1	1	Muros: Mampostería reforzada con castillos y dalas. Mampostería reforzada con castillos y dalas con malla y mortero. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior. Techo: techo y entrepisos rígidos. Cimentación: zapata corrida de concreto o mampostería. Altura: uno a cinco niveles
2	1.5	4	Muros: Mampostería reforzada con castillos y dalas. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior. Techo: Flexibles. Cimentación: zapata corrida de mampostería. Altura: un nivel
3	2	2	Muros: Mampostería deficientemente reforzada con dalas y castillos. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente. Techo: techo y entrepisos rígidos. Cimentación: zapata corrida de mampostería. Altura: uno a cinco niveles
6	3.2	2.5	Muros: Mampostería simple Techo: Flexible. Cimentación: zapata de mampostena. Altura: un nivel
10	2.7	7.6	Muros: Flexibles: material de desecho, lamina de cartón, lamina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, bajareque (enramado cubierto de arcilla). Techo: Flexible. Cimentación: Cuando existe, zapata de mampostena. Altura: un nivel.

Fuente: Modificado de CENAPRED

Para la estimación de dicho índice la fórmula que se aplica es la siguiente:

$$I_{vf} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$$

Donde:

Ivf representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda;
Vi representa la calificación según el tipo de vivienda de acuerdo con el tipo en la tabla
Vp vivienda con el peor desempeño con relación a su vulnerabilidad (ver tabla).
Pi nivel de peligro por sismo o viento en la zona en estudio, más adelante se discute qué valores toma;
PM nivel de peligro máximo por sismo o viento, en las secciones siguientes se establecen los Valores.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Niveles de peligro por sismo

Para fines de peligro por sismo, la república mexicana está divida, en cuatro zonas

- Zona A;
- Zona B;
- Zona C;
- Zona D;

La zona A es la de menor peligro y la zona D es la de mayor peligro. En la ecuación Pi será sustituido por:

- P1=0.08, para la Zona A;
- P2=0.14, para la Zona B;
- P3=0.36, para la Zona C;
- P4=0.80, para la Zona D;

Mientras que PM toma el valor de 0.8

Tabla RC-03. Resumen de datos según manzana en Monterrey

1	1
2	1.5
3	2
6	3.2
10	2.7

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Tabla RC-04. Calculos Ivf Sismos

Vivienda Tipo 1	1	0.08	0.08
	3.2	0.8	2.56
Ivf	0.03125		
Vivienda Tipo 2	1.5	0.08	0.12
	3.2	0.8	2.56
Ivf	0.468	Baja	
Vivienda Tipo 3	2	0.08	0.16
	3.2	0.8	2.56
Ivf	0.0625	Media	
Vivienda Tipo 6			
	3.2		
	3.2	0.08	0.256
Ivf	0.1	0.8	2.56
Vivienda Tipo 10			
	2.7	0.08	0.216
	3.2	0.8	2.56
Ivf	0.0843	Alta	

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Resultados

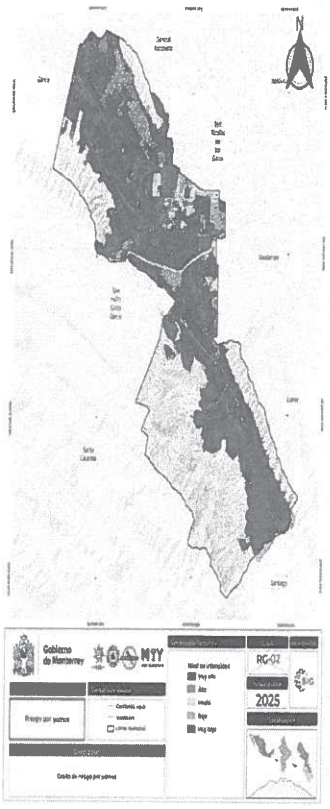
El mapa R-01-a muestra el indice el cual es sólo indicativo que detecta aquellas zonas que pueden tener mayor susceptibilidad al daño por la acción de sismos sin poder estimar de manera cuantitativa el riesgo o bien las pérdidas esperadas ante la ocurrencia de un sismo; si el índice se acerca a un valor de uno, sólo significa que la vivienda analizada es la que presenta la mayor susceptibilidad de daño estructural; como resultado, aquellas manzanas con viviendas que corresponden a tipologia 6 presentan valor Muy Alto y se encuentran principalmente al noreste del municipio en las zonas bajas del cerro Topo chico, en las zonas al sureste en las zonas bajas del Cerro de la Silla y al noreste en la zona centro en los límites de la colonia independencia y las zonas bajas de la zona de loma larga . Con valor alto se encuentran las zonas al norte de municipio en la zona de Río Pesquería correspondientes a zonas de crecimiento controlado, y en general el municipio con respecto a este índice se encuentra en su mayoria con valores de Muy Bajo y Bajo.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Resultados

Una vez obtenido el índice de riesgo que tiene en cuenta la vulnerabilidad física se empleó un análisis multicriterio que toma en cuenta el mapa de zonificación geotécnica que es parte del proceso que conduce a la microzonificación sísmica del territorio que permite tener una concepción general inicial de las características de los suelos, esta información brinda una herramienta de apoyo para la planeación y evaluación desde el punto de vista estructural y presupuestal de proyectos constructivos. A partir del conocimiento de estos datos, ellos han sido empleados para tener el mapa de riesgo R-01-b con mayor detalle para conocer aquellas zonas que de acuerdo con el comportamiento de los suelos y la información de las zonas de riesgo por la tipología de construcción, serían las más afectadas por este fenómeno en el municipio de Monterrey.

Obteniendo como resultado que aquellas zonas que tienen un valor muy alto con respecto al índice de vulnerabilidad física en la zona baja de cerro Topo Chico, al sureste en las faldas del Cerro de la Silla en el segundo mapa presentan valores Muy Bajo debido a que se encuentras en una zona A que corresponde a zonas de loma formadas por rocas o suelos generalmente firmes en donde el efecto de los sismos la atenuación aumenta al igual que la aceleración que tiene un valor de (>1500 m/s), la zona norte que tenía un valor alto se ha tornado a valores Muy Alto al igual que la zona centro-norte que tenía valores medios y bajos debido a que se encuentra dentro de una zona C que corresponde a aluvión que durante un evento sísmico aquellos suelos aluviales no consolidados que corresponden principalmente al aporte de los ríos y tienden a amplificar y a disminuir la velocidad de ondas.

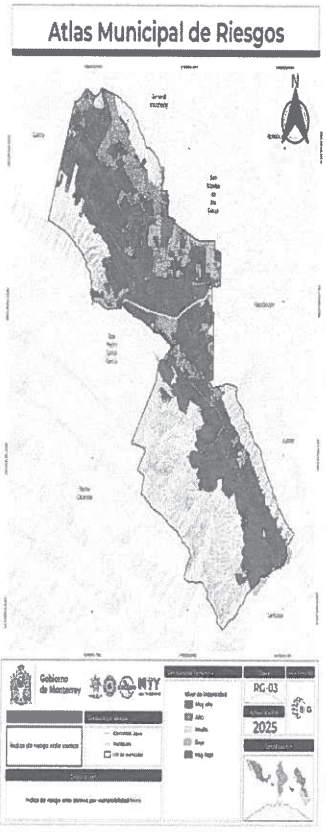
Por tal motivo los valores de aceleración son los de menor rango que se tienen para el municipio que corresponden a C(>180-760 m/s) y finalmente la mayoría del municipio se encuentra con un valor Muy Bajo que se encuentra en la zona B de transición con una aceleración (>760-1500 m/s), suelo mayormente consolidado y que, debido a la tipología de construcción, mantiene el riesgo en valores Muy Bajo y Bajo ante el fenómeno; si bien este mapa constituye un análisis preliminar que puede usarse para fines de planeación territorial y proyectos constructivos, es importante señalar que se necesitan datos más precisos y detallados como un estudio de microzonificación sísmica para un mejor producto cartográfico.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



19.2. Índices de riesgo ante fenómenos de origen hidrometeorológico

Debido a la relevancia en el contexto municipal de los fenómenos de origen hidrometeorológico analizados en la Fase II de este documento, se calcularon los índices de riesgo ante los fenómenos hidrometeorológicos. Para los fenómenos de tormentas de nieve, granizo y eléctricas, con álgebra de mapas se multiplicó el peligro del capítulo II por la tipología de la vivienda, dando una ponderación del 70% al peligro y 30% a la vulnerabilidad de la tipología de la vivienda, los valores asignados para los índices de riesgo van de Muy Bajo (verde fuerte) a Muy Alto (rojo).

Resultados

Para el mapa de tormentas de nieve se tiene en su mayoría al municipio en un riesgo bajo, y en el centro, en el límite con Guadalupe y San Pedro Garza García, el riesgo es Bajo, mientras que a las faldas del Cerro de Topo Chico resultan con zonas en un riesgo Medio.

Para el mapa de tormentas de granizo, de igual manera, el riesgo de la mayoría del municipio se encuentra bajo, y zonas del cerro del topo chico se tienen zonas con riesgo medio.

El riesgo de tormentas eléctricas para el municipio al norte y al sur del municipio su intensidad es muy bajo, pero para la zona centro se cuenta con un riesgo bajo.

En los siguientes mapas se observan los resultados descritos anteriormente de cada uno de los fenómenos.

342

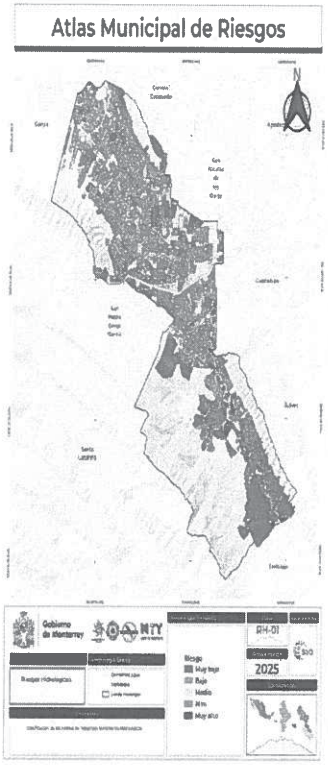
MTY AQUÍ SE RESUELVE

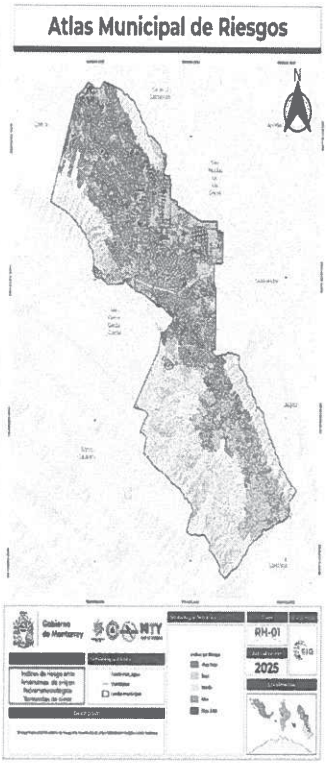
Página 342 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG





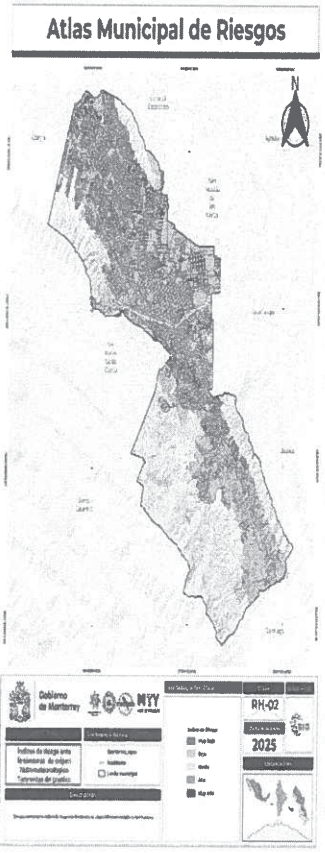
MTY AQUÍ SE RESUELVE

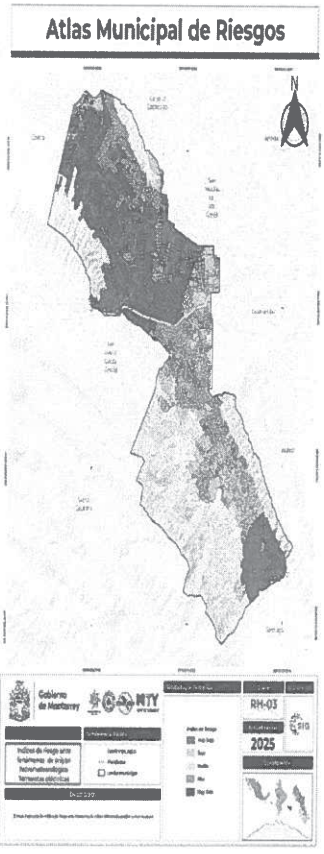
343

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





344

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Página 344 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Viento

Para el cálculo del índice que toma en cuenta la vulnerabilidad física ante vientos es utilizada la misma fórmula utilizada ante sismos con los valores correspondiente para vientos como lo indica la guía de contenido mínimo, en este caso se utilizó la regionalización de peligro por viento aquella propuesta por la Comisión Federal de Electricidad. El periodo de retorno comúnmente usado para diseño es 50 años, para fines de este trabajo éste es el que se tomó de referencia. De acuerdo con la zonificación de velocidades máximas de viento, la República Mexicana está dívida en cuatro niveles de peligro. Para fines del índice de riesgo que se propone los cuatro niveles, Pi, se numerarán de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla RH-01. Niveles de peligro por viento

Bajo	100-130	115
Moderado	130-160	145
Alto	160-190	175
Muy Alto	190-220	235

Fuente: CENAPRED, 2006.

Imagen R-02. Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana



Fuente: CENAPRED (2001).

Tabla RH-02. Resumen de datos de tipología de vivienda según manzana para Monterrey

1	1
2	4
3	2
6	2.5
10	7.6

Fuente: Soluciones SIG.

Tabla RH-03. Cálculos Ivf Vientos Fuertes

Vivienda Tipo 1	1	145	145
	7.6	215	1634
Ivf	0.8957		
Vivienda Tipo 2			
	4	145	580
	7.6	215	1634
Ivf	0.3549	Alta	
Vivienda Tipo 3			
	2	145	290
	7.6	215	1634
Ivf	0.1774	Baja	
Vivienda Tipo 6			
	2.5	145	362.5
	7.6	215	1634
Ivf	0.2218	Media	
Vivienda Tipo 10			
	7.6	145	1102
	7.6	215	1634
Ivf	0.6744		

Fuente: Soluciones SIG

MTY AQUÍ SE RESUELVE

345

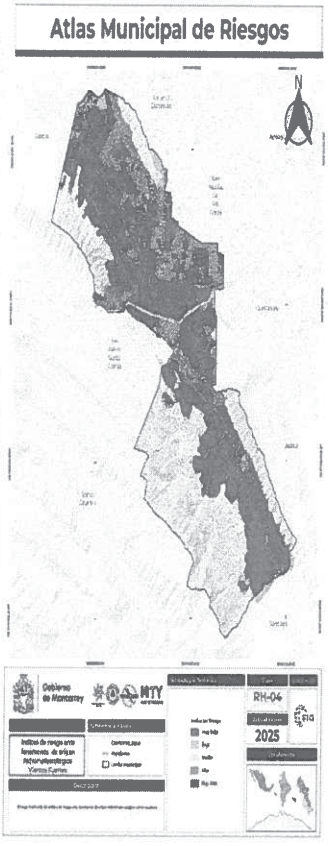
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Resultados

El mapa resultante muestra el índice, el cual es sólo indicativo y detecta aquellas zonas que pueden tener mayor susceptibilidad al daño por la acción de vientos fuertes sin poder estimar de manera cuantitativa el riesgo o bien las pérdidas esperadas ante la ocurrencia de dicho fenómeno; si el índice se acerca a un valor de uno, sólo significa que la vivienda analizada es la que presenta la mayor susceptibilidad de daño estructural; las principales manzanas afectadas son aquellas que corresponden a la tipología 10 debido a su forma de construcción siendo que estas se encuentran ubicadas en la parte norte del municipio de Monterrey y corresponden a las zonas de crecimiento controlado en tanto que para el índice Alto se encuentran manzanas correspondientes a tipología 2 que como se mencionó con anterioridad incluyen zonas industriales y por lo que respecta al resto del municipio que se encuentra mayormente conformado por tipología 1 presenta un índice de Bajo a Muy Bajo ante este tipo de fenómeno meteorológico.



346

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Riesgo por inundaciones (fluviales y pluviales)

Las áreas que se inundan se estimaron mediante el análisis hidrológico. El modelo muestra un comportamiento adecuado, ya que el área inundada crece con el tiempo de retorno. Los mapas de riesgo (R) por inundación se obtienen combinando los mapas de peligro (P) y de vulnerabilidad (V). El tirante es el criterio para estimar el riesgo por inundaciones, lo que significa que los daños esperados dependen del tirante de la inundación. La fórmula utilizada para calcular el riesgo para un periodo de retorno de interés específico es:

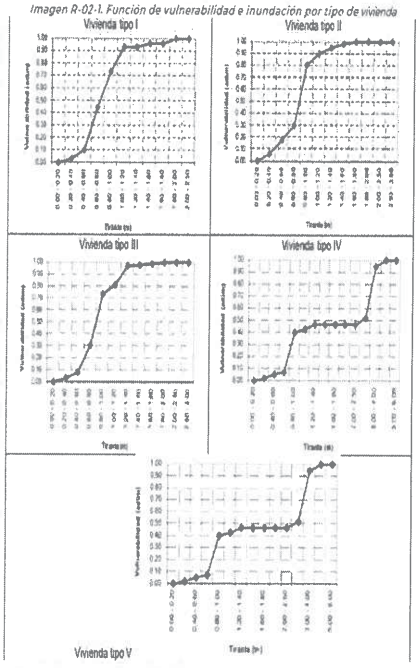
$$R(i) = C\,P(i)\,V(i)$$

En donde:

R(i) es el Riesgo para el próximo evento con periodo de retorno "i" en pesos.
C es el costo de la vivienda en función de su tipología en pesos.
P(i) es la probabilidad de ocurrencia del evento con periodo de retorno (i), adimensional.
V(i) es la vulnerabilidad o porcentaje de daños en una vivienda debido a una inundación, adimensional.

El riesgo tendrá en cuenta las unidades de los bienes expuestos, expresadas en unidades monetarias, en este caso pesos, ya que la vulnerabilidad y el peligro son variables sin dimensiones. Se estimó el porcentaje de daño en el menaje de las viviendas, es decir, el porcentaje de pérdidas, con el tirante de agua promedio que llegó a las viviendas de cada manzana y la vulnerabilidad de éstas según su tipo (I, II, III, IV o V). Con este porcentaje y el menaje estimado para cada tipo de vivienda se calculó un monto.

Imagen R-02-1. Función de vulnerabilidad e inundación por tipo de vivienda



Para analizar el peligro se usan las funciones de peligro de cada vivienda, con el valor de la probabilidad para cada periodo de retorno, como se indica en la tabla siguiente. Luego, se divide el monto estimado para cada manzana entre el valor máximo de la zona, que en este caso se tomó de las zonas de los ríos principales, y así se obtiene el índice de riesgo.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Tabla R-02-3. Probabilidad de ocurrencia para los periodos de retorno analizados

2	0.6
5	0.2
10	0.12
20	0.05
50	0.02
100	0.012
200	0.002
500	0.005

Fuente: Soluciones SIG.

Tabla R-02-4. Panorama general de riesgo por inundaciones fluviales en Monterrey

2	0.74	0.34	$926,037,823.00	$287,228,581.00	$287,228,583.00	0.00
5	0.92	0.43	$1,580,035,373.00	$778,167,825.00	$465,396,408.00	0.62
10	1.49	0.48	$3,544,986,359.00	$284,536,381.00	$749,932,789.00	0.61
20	1.69	0.5	$5,101,546,987.00	$186,552,305.00	$936,665,694.00	0.25
50	1.85	0.53	$6,638,690,022.00	$100,974,465.00	$1,037,840,159.00	0.11
100	1.82	0.52	$7,922,242,703.00	$70,329,367.00	$1,108,169,526.00	0.07
200	1.94	0.52	$10,026,937,837.00	$38,725,006.00	$1,146,294,532.00	0.03
500	1.96	0.55	$12,927,494,081.00	$13,868,267.00	$1,166,162,799.00	0.02

Fuente: Soluciones SIG.

Se elaboraron los mapas de riesgo por inundaciones para cada periodo de retorno, el mapa de daños y pérdidas estimadas y el mapa índice de riesgo y de riesgo en pesos, una vez que se cuantificaron los daños. El último mapa muestra la pérdida calculada por manzana, lo que permite identificar los lugares con mayores pérdidas y conocer los montos involucrados al analizarlo.

El mapa de riesgo por inundación permite zonificar al municipio para:

- Identificar las zonas críticas para cuantificar el daño potencial.
- Identificar sitios de interés para estudios más formales y exhaustivos.
- Llevar a cabo un análisis costo beneficio (comparando los costos de la solución proyectada vs. los daños potenciales).
- Servir como herramienta de apoyo, para la optimización de planes de ordenamiento territorial.

El mapa de riesgo por inundación permite establecer zonas críticas que requieran de medidas de mitigación:

- De tipo estructural, como puede ser una reubicación o una obra de protección.
- Monitoreo durante eventos de lluvias potencialmente extremas, es decir, que rebasen umbrales previamente fijados, mediante un sistema de alerta que permita a la población, asentada en estas zonas, ser evacuadas y resguardar algunos de sus bienes.
- En la siguiente tabla se muestra por periodo de retorno, el tirante promedio, la vulnerabilidad de vivienda, los daños, el riesgo, el riesgo acumulado y la variación de esta.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

351

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





352

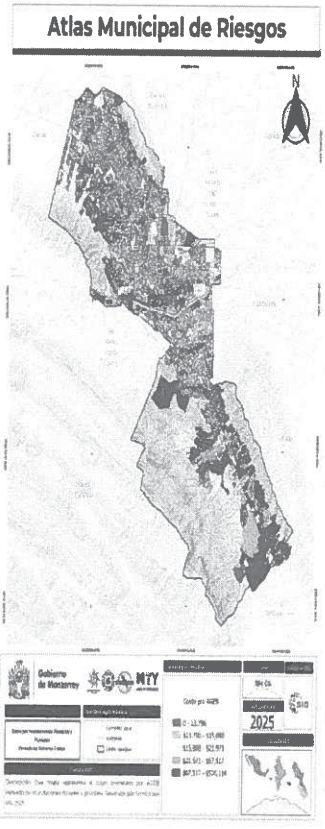
MTY AQUÍ SE RESUELVE

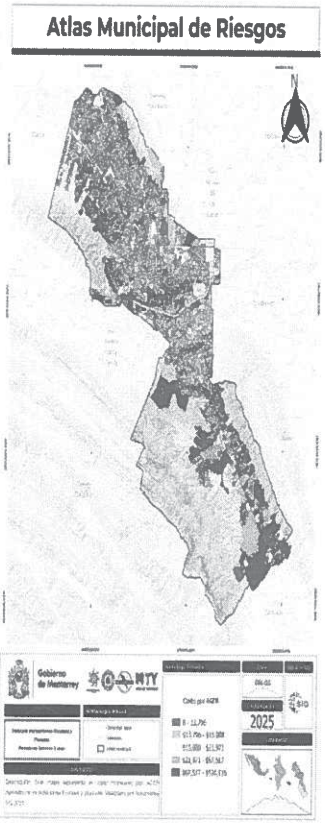
Página 352 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

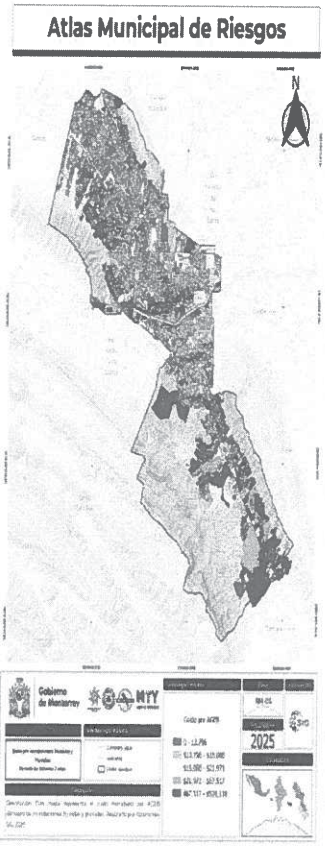
353

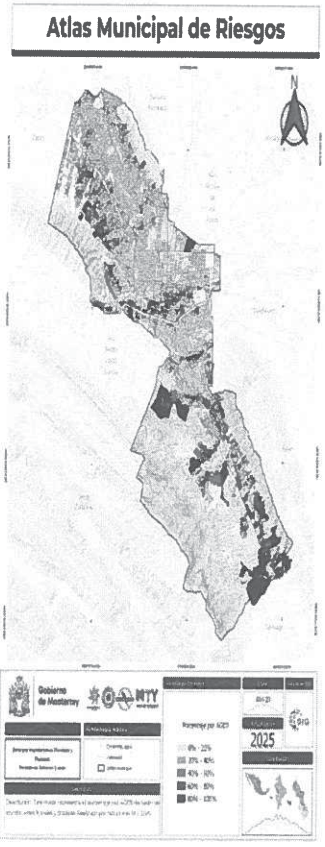
Página 353 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





354

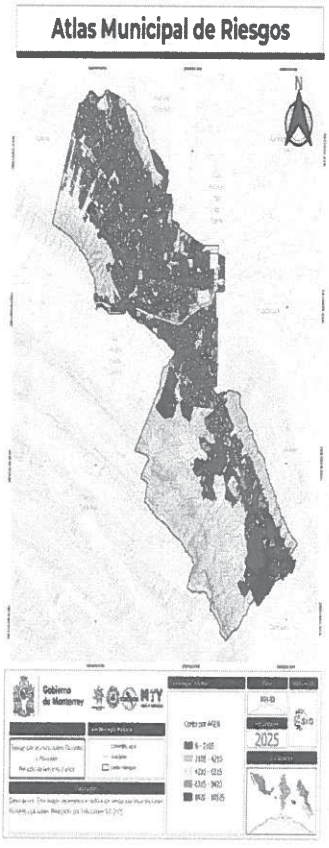
MTY AQUÍ SE RESUELVE

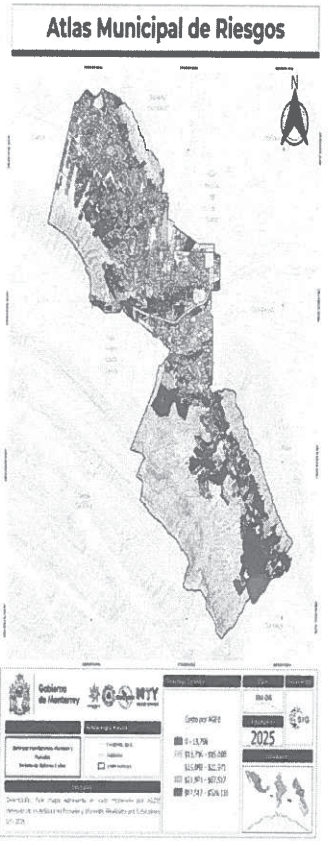
Página 354 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

355

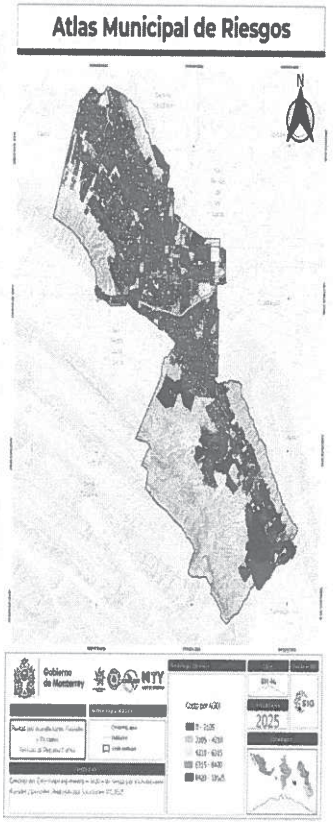
Página 355 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





356

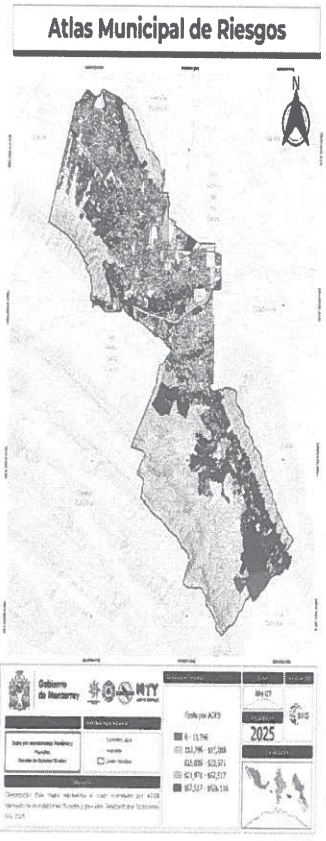
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Página 356 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

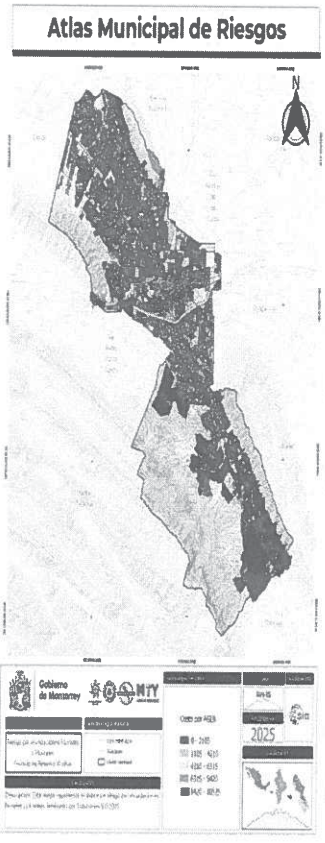
357

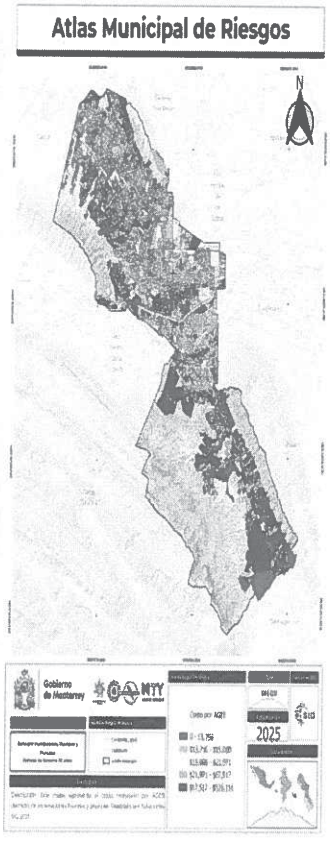
Página 357 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





358

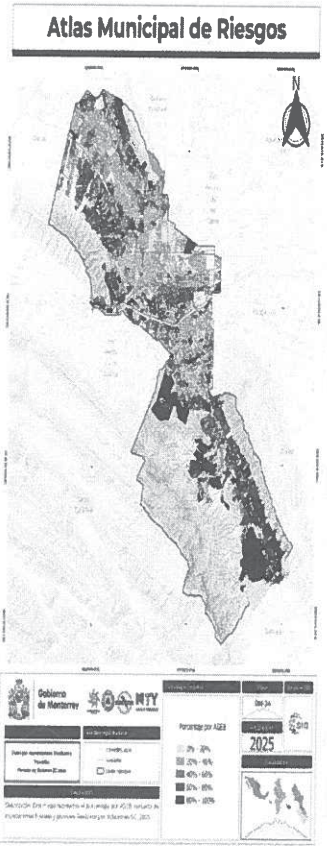
MTY AQUÍ SE RESUELVE

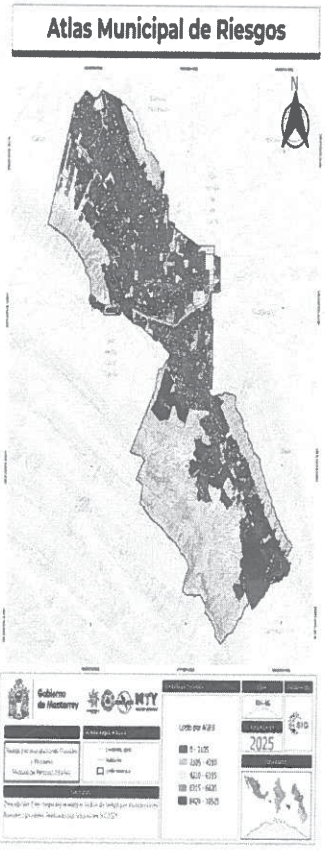
Página 358 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





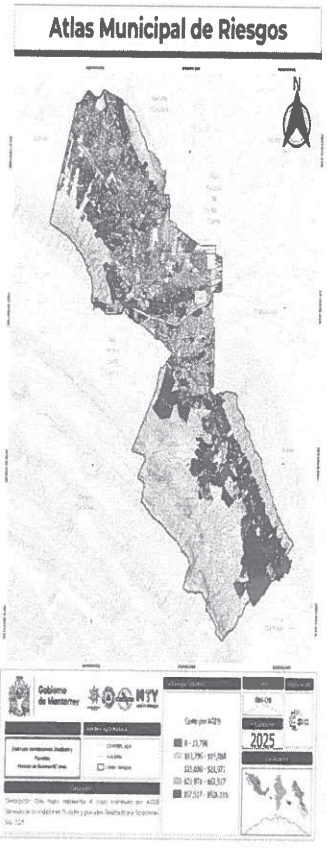
MTY AQUÍ SE RESUELVE

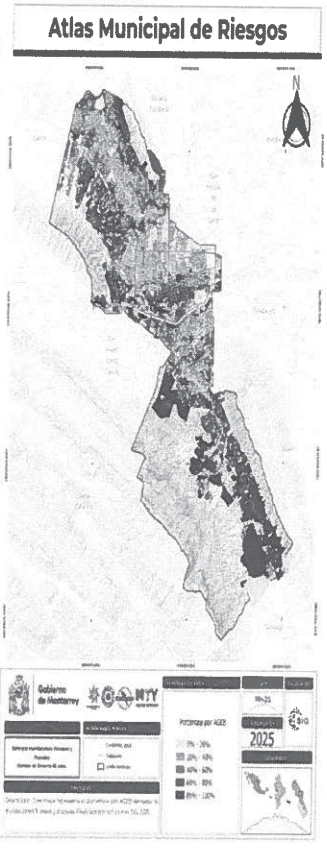
359

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





360

MTY AQUÍ SE RESUELVE

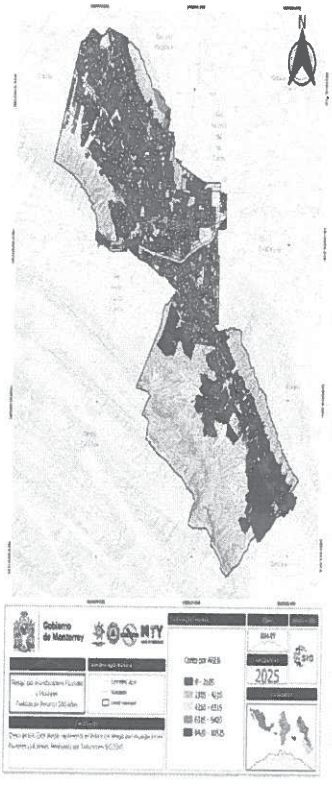
Página 360 | 403

Gobierno de Monterrey

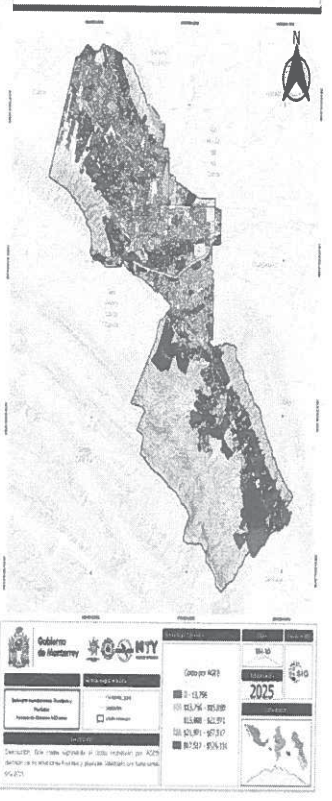
2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Atlas Municipal de Riesgos



Atlas Municipal de Riesgos



MTY AQUÍ SE RESUELVE

361

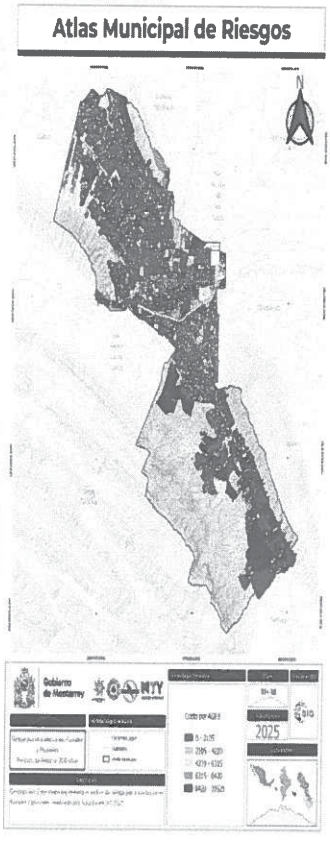
Página 361 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





362

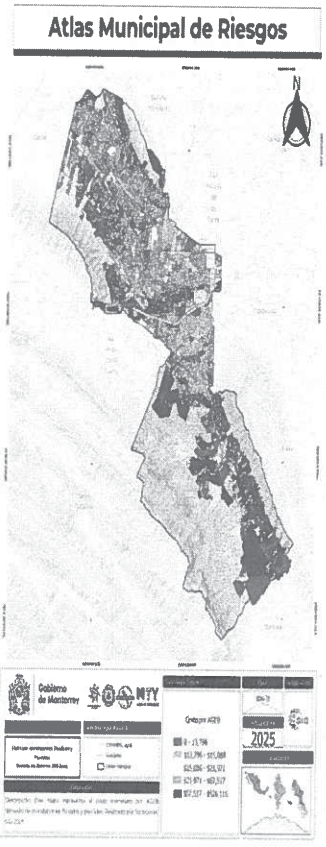
MTY AQUÍ SE RESUELVE

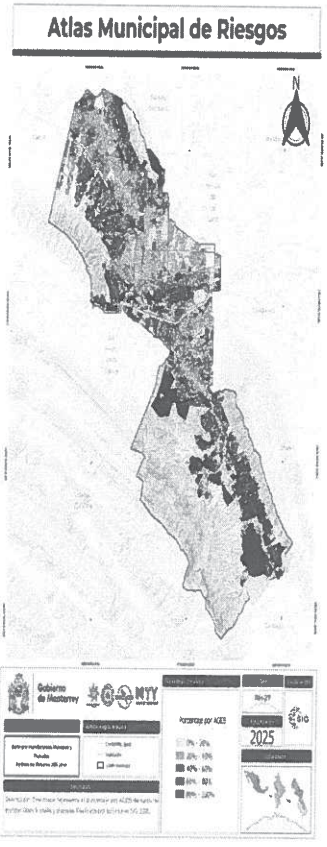
Página 362 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

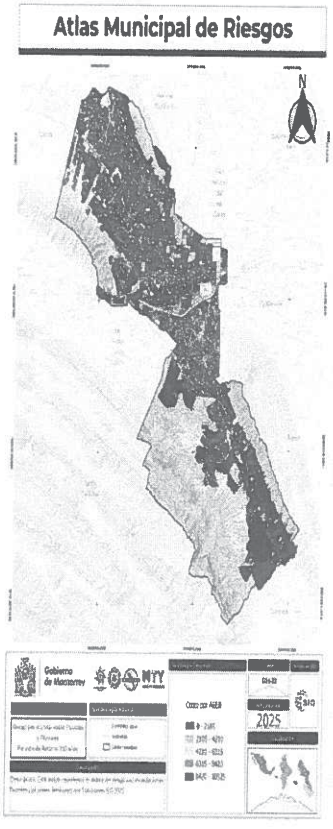
363

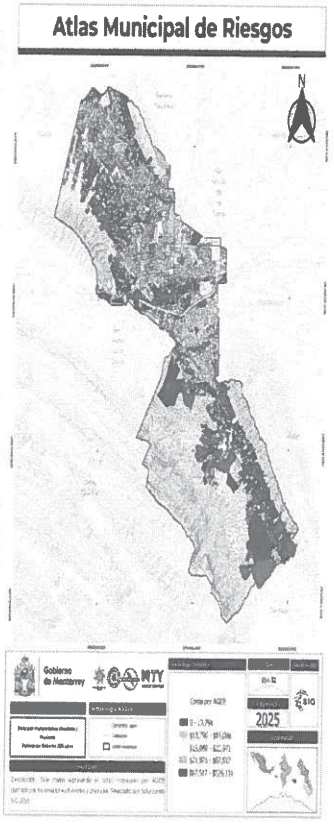
Página 363 | 403

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG





364

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG





MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Inundaciones fluviales

Las zonas que se ven afectadas por las inundaciones fluviales dependen del Periodo de Retorno de cada río o arroyo. Estas son algunas de las zonas más vulnerables:

Río Pesquería: A partir de 10 años, se inundan las colonias Arboledas de San Bernabé y Balcones de San Bernabé. A mayor Periodo de Retorno, mayor es el área inundada. A 100 años, son 10 colonias y a 500 años, 25 colonias.

Arroyo Topo Chico: A partir de 2 años, se inundan las colonias Valle del Topo Chico 6° Sector, Rafael Buelna, Francisco González Bocanegra, Pablo González y Hogares Ferrocarrileros Infonavit. A 20 años, son 16 colonias; a 100 años, 17 colonias y a 500 años, 22 colonias.

Río Santa Catarina: A partir de 50 años, se inundan los Condominios Constitución y algunas partes de las colonias Centro, Bueno Aires e Independencia. A 100 años, se suma la colonia El Mirador. A 500 años, se podrían inundar las colonias Acero y Obrera.

Arroyo Seco: A partir de 2 años, se inunda la colonia Cerro de la Campana. A 10 años, se suman Valle del Mirador, Altamira Las Retamas, Unión El Rinconcito, Luis Echeverría Sur, Arroyo Seco, Altavista y La Primavera 1 Sector. A 50 años, se suma La Primavera 3 Sector. En los siguientes periodos, se mantienen las mismas colonias, pero con mayor peligro.

Río de la Silla: A partir de 2 años, se inundan las colonias Rincón de los Ahuehuetes, Brisas de Valle Alto, Residencial La Lagrima, Encino Real, Las Riveras, Cortijo del Río 1 Sector, Villa las Fuentes, Unión Canoas San Ángel Sur, Villa del Río, Rincón de la Primavera 5 Sector, Rincón de la Primavera 4 Sector, Antigua Estanzuela y Atoyac de Álvarez. Esta última zona ha realizado obras de mitigación como un muro protector que recorre el margen del río con la colonia. En entrevistas realizadas a pobladores, la colonia se siente más segura y perciben un menor riesgo. Algunos fraccionamientos también han tomado medidas para reducir el riesgo con la construcción de bordos, bardas, canales y drenaje. A 20 años, todas las zonas cercanas al río tienen peligro. Son más de 30 colonias afectadas.

Arroyo la Chueca: A partir de 2 años, se ven afectadas las zonas cercanas a Valles de Cristal, en vía Laureles esquina con Camino Real, en donde la población ha construido sus casas dentro del cauce del arroyo. Otras zonas son el Antiguo Camino Villa de Santiago a la altura de la Antigua Hacienda Santa Anita 2° Sector y Los Cristales Fraccionamiento Campestre. El principal problema es el cierre de carreteras por el aumento del nivel del agua. A 20 años, todas las zonas cercanas al arroyo tienen algún grado de peligro.

Inundaciones pluviales

El único sistema expuesto que se consideró para la estimación de riesgo fue la vivienda según su nivel de vulnerabilidad. En los dos casos, el procedimiento consistió en determinar los tirantes promedio asociados con cada periodo de retorno, estimar la vulnerabilidad en cada caso, definir los daños en cada escenario y, finalmente, calcular el riesgo asociado.

En la siguiente tabla se muestra por periodo de retorno, el tirante promedio, la vulnerabilidad de vivienda, los daños, el riesgo, el riesgo acumulado y la variación de ésta.

Tabla RH-01. Panorama general de riesgo por inundaciones fluviales en Monterrey

0.25	0.08	$973,550,824.00	$20,190,436.00	$20,190,436.00	0.00
0.31	0.1	$1,628,046,927.00	$166,958,604.00	$187,149,039.00	8.37
0.36	0.12	$2,437,338,730.00	$162,760,896.00	$349,909,935.00	2.86
0.41	0.15	$3,318,623,032.00	$96,157,668.00	$446,067,603.00	0.27
0.48	0.17	$4,975,134,068.00	$56,829,425.00	$502,897,028.00	0.13
0.6	0.21	$6,219,289,572.00	$47,314,972.00	$550,211,999.00	0.09
0.64	0.23	$9,070,796,677.00	$24,131,805.00	$574,343,804.00	0.04
0.74	0.26	$12,203,911,794.00	$17,069,335.00	$591,413,139.00	0.03

Fuente: Soluciones SIG.

El peligro de inundaciones pluviales afecta principalmente a los pasos a desnivel, que ponen en riesgo a los conductores y al tráfico del municipio. También se ven afectadas algunas calles y avenidas, como:

- Lic. Luis Echeverría Álvarez, C. Raúl Caballero, Av. De la República, Praxedis Giner, C. Manuel Belgrano, M.T. de Alvear, C. Esquisto y la estación del Metrorrey Talleres.
- C. de la Huerta, esquina con Av. De las Rosas, Av. Aztlán desde esquina con Manzanas hasta C. Esquisto.
- C. Canal Medular, C Ocaso y Av. Luis Donaldo Colosio Murrieta, Canal Aztlán, Av. Cabezada.
- Canal del Águila, José Ovalle, Rigoleto, Raúl Rangel Díaz esquina con Plinio D. Ordoñez.
- Av. Fidel Velázquez a la altura de la Colonia Morelos y Hogares Ferrocarrileros.
- Francisco Garza Sada, Cam. Al Mirador, Arroyo Seco, Arroyo Seco Hidrografía, Balcón del Río y Mallorca.
- Cañón de los Nogales, La Estanzuela, Antiguo Camino a Villa de Santiago entre Villita y Cañón del Huajuco y el Antiguo Camino a Villa de Santiago esquina con Av. De los Cristales.

366

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Las tablas RH-02 y RH-03 muestran el comportamiento de los tirantes de inundación, respecto a los periodos de retorno, y respecto al daño y el riesgo respectivamente y como se van acumulando, se presentan valores promedios y máximos, dependiendo de las variables.

Tabla RH-02 Comportamiento del Riesgo, respecto a los tirantes de inundación por Periodo de Retorno TR.

		Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Acumulado Máximo	Acumulado Promedio
2	0.5	16.4460	1.0791	100.00%	50.76%	$263,122.44	$38,470.81	$263,122.44	$38,470.81
5	0.2	15.8880	1.0111	100.00%	62.81%	$105,248.98	$12,510.75	$368,371.42	$50,981.57
10	0.1	15.5380	0.9643	100.00%	71.58%	$52,624.49	$13,784.19	$420,995.91	$74,685.76
20	0.05	15.2868	0.9467	100.00%	83.89%	$26,312.24	$8,667.59	$447,308.16	$83,353.35
50	0.02	15.1730	0.8381	100.00%	91.67%	$10,524.90	$3,945.46	$457,833.05	$87,298.81
100	0.01	13.9530	0.7158	100.00%	96.43%	$5,262.45	$2,176.84	$463,095.50	$89,475.63
200	0.005	12.8560	0.6281	100.00%	101.11%	$2,631.22	$1,116.56	$465,726.73	$90,534.79
500	0.002	11.4100	0.5076	100.00%	107.91%	$1,052.49	$481.87	$466,779.22	$91,016.06

• *Fuente: Soluciones SIG.*

Tabla RH-03 Comportamiento del Daño, respecto a los tirantes de inundación por Periodo de Retorno TR.

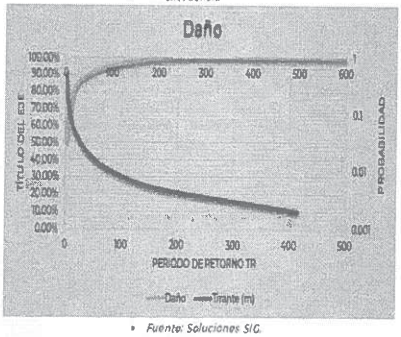
		Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Acumulado Máximo	Acumulado Promedio
2	0.5	16.4460	1.0791	100.00%	50.76%	$526,244.89	$76,621.62	$526,244.89	$76,621.62
5	0.2	15.8880	1.0111	100.00%	62.81%	$526,244.89	$312,553.77	$1,052,489.78	$389,175.39
10	0.1	15.5380	0.9643	100.00%	71.58%	$526,244.89	$137,647.94	$1,578,734.67	$526,823.33
20	0.05	15.2868	0.9467	100.00%	83.89%	$526,244.89	$173,332.84	$2,104,979.56	$700,156.17
50	0.02	15.1730	0.8381	100.00%	91.67%	$526,244.89	$197,273.10	$2,631,224.44	$897,642.28
100	0.01	13.9530	0.7158	100.00%	96.43%	$526,244.89	$211,681.65	$3,157,469.33	$1,109,323.44
200	0.005	12.8560	0.6281	100.00%	101.11%	$526,244.89	$223,772.68	$3,683,714.22	$1,333,096.11
500	0.002	11.4100	0.5076	100.00%	107.91%	$526,244.89	$260,935.16	$4,209,959.11	$1,593,971.27

• *Fuente: Soluciones SIG.*

Se presentan tanto el riesgo como el daño en unidades monetarias, para contar con una perspectiva general del costo acumulado de los desastres, ya que si solamente observamos el riesgo encontramos valores reducidos, dado que se encuentran afectados por la probabilidad de excedencia inherente de los escenarios de peligro.

La grafica RH-01, muestra el comportamiento en porcentaje del daño, el cual tiene una relación directa con la magnitud del evento, en este caso representado por el tirante de inundación.

Grafica RH-01 Daño en porcentaje de daño, respecto a lo TR y sus probabilidades de excedencia



• *Fuente: Soluciones SIG.*

Las gráficas RH-02,03,04 y 05 muestran el comportamiento del daño, en unidades monetarias, de igual manera que en el riesgo se observa como el crecimiento o las mayores pérdidas con el periodos de retronó menores a 50 años, a partir de ese punto el crecimiento disminuye hasta ser casi imperceptible.

- Se omite presentar el daño máximo puesto este solo tiene un único valor, por lo que la representación respecto a los TR resultaría en una recta. No así con el riesgo que si tiene un comportamiento que cae co junto con lo periodos de retorno

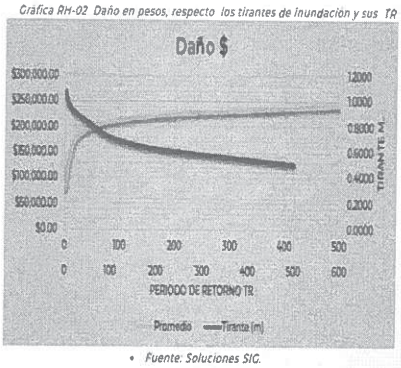
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

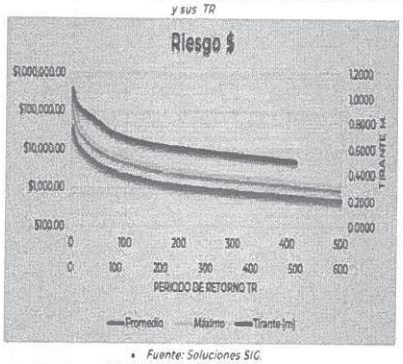
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Gráfica RH-02 Daño en pesos, respecto los tirantes de inundación y sus TR



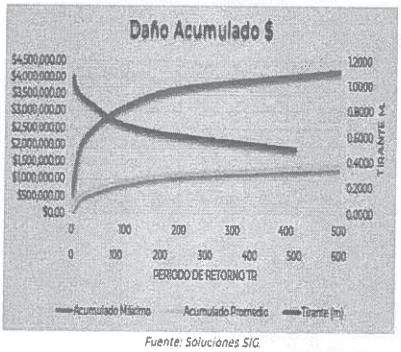
• *Fuente: Soluciones SIG.*

Gráfica RH-04 Comparación del Riesgo en pesos, respecto los tirantes de inundación y sus TR



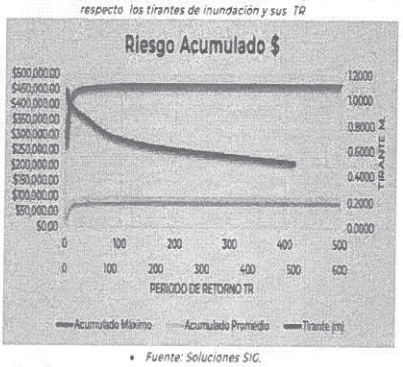
• *Fuente: Soluciones SIG.*

Gráfica RH-03 -Comparativo de la acumulación del daño promedio y máximo en pesos, respecto los tirantes de inundación y sus TR



Fuente: Soluciones SIG.

Gráfica RH-05 - Comparativo del Riesgo acumulado promedio y máximo en pesos, respecto los tirantes de inundación y sus TR



• *Fuente: Soluciones SIG.*

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

19.3. Índices de riesgo ante fenómenos de origen antropogénicos

Fenómenos Químico-Tecnológicos

La estimación de índices de riesgo ante los fenómenos químico-tecnológicos contempla el riesgo por incendios forestales, por actividades peligrosas, por actividades industriales peligrosas (actividades definidas como peligrosas conforme los criterios establecidos por el CENAPRED, ver apartado C-Químico-Tecnológico, en la Fase II de este documento).

En primera instancia se utilizó la población expuesta junto con las plumas de dispersión de los solventes y reactivos que se utilizaron para simular escenarios de peligro en la fase II del Atlas, calculando el total de población que se encuentra dentro de cada una de las plumas de dispersión, esto se calculó para las tres direcciones del viento que dominan en el municipio.

Tabla R-PQT-01-1. Población Expuesta para Solventes

	Solventes				
	1	2	3	4	5
Norte	439	1148	824	2033	840
Noreste	206	794	684	793	840
Sureste	725	932	3469	575	0

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Tabla R-PQT-01-2. Población Expuesta para Solventes

	Reactivos				
	6	7	8	9	10
Norte	151	383	840	269	316
Noreste	203	3505	3505	527	383
Sureste	743	13464	0	161	316

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

En la tabla R-PQT-01-3 y R-PQT-01-4 se muestran los resultados de calcular el número de comercios, número de empleados y la contribución económica diaria en pesos de los comercios que se ubican dentro de las plumas de dispersión de solventes y reactivos para las tres direcciones de viento dominante.

Tabla R-PQT-01-3. Afectaciones en el Sector Económico Expuesto

Solventes																					
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
516	94	29	31	13	1892	108	163	524	684	$6,301,452.05	$1,860,331.89	$201,424.65	$1,324,794.52	$733,479.45
39	23	9	31	3	279	167	83	313	31	$479,561.64	$290,986.30	$97,013.69	$748,452.05	$131,643.83
195	63	10	47	47	2868	769	467	7703	25	$3,992,470.95	$1,664,054.75	$1,078,260.27	$6,785,297.26	$49,438.25

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Tabla R-PQT-01-4. Afectaciones en el Sector Económico Expuesto

Reactivos														
6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
65	3	12	6	1	862	429	657	18	3	$1,214,904.10	$240,684.93	$733,397.26	$14,383.56	$4,273.97
21	133	2	9	0	181	782	26	209	0	$270,951.50	$1,315,315.06	$128,218.17	$963,260.27	$0
55	604	2	8	9	434	4506	23	56	290	$1,205,095.89	$6,262,958.90	$48,438.35	$191,068.49	$324,547.94

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Tabla R-PQT-01-5. Diccionario de datos

1	Amoniaco	6	Cloro
2	Benceno	7	Dióxido de carbono
3	Xileno	8	Ácido de butilo
4	Tetrahidrofurano	9	Ácido fluorhídrico
5	Estireno	10	Ácido clorhídrico

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

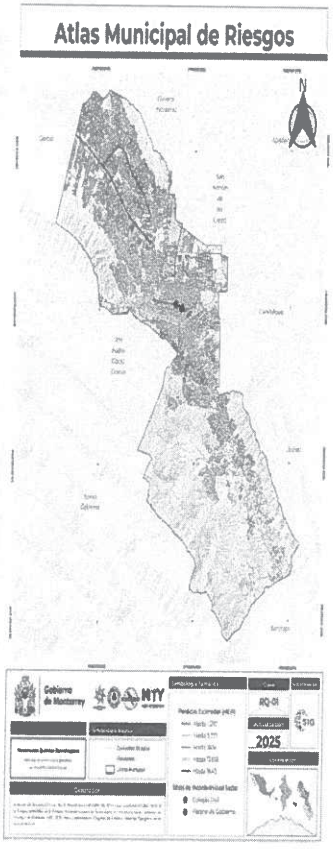
Inconformidad social

EL análisis se ha realizado para el tipo de fenómenos por inconformidad social que es uno de los fenómenos socio-organizativos comunes ya que la población puede expresar y manifestar su pensar ante diversos temas para ser visibilizados generalmente por las autoridades gubernamentales. El mapa resultante muestra la cantidad de personas y las pérdidas económicas estimadas por día en cada vialidad que se vea afectada por este tipo de fenómenos a continuación se muestran estos datos en una tabla de manera descendente, resaltando que la vialidad con mayores pérdidas esperadas es Abraham Lincoln y también la mayor afectación a número de trabajadores.

Tabla R-06. Afectaciones por inconformidad social

Abraham Lincoln	11633	16.44506589
Paseo de los Leones	10289	13.61884932
Ignacio Zaragoza	7377	12.34819778
Fray Servando Teresa de Mier	10384	11.97490411
Alfonso Reyes	2993	10.16078452
5 de mayo	6130	8.831726027
Constitución	4860	5.727160685
Juan Zuazua	2710	4.438104384
Cuauhtémoc	3653	3.629507
Melchor Ocampo	3460	3.162329
Artlán	4489	1.207863014

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.



370

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Página 370 | 403

19.4. Riesgos no mitigables

En el ámbito de la gestión integral del riesgo, el concepto de riesgos no mitigables se refiere a aquellas amenazas cuya ocurrencia no puede evitarse ni eliminarse por completo, aun cuando se apliquen políticas públicas, medidas técnicas, acciones preventivas y estrategias de mitigación de amplio alcance. Estos riesgos son inherentes a la interacción entre la sociedad, los sistemas naturales y el desarrollo tecnológico, y responden a dinámicas físicas, geológicas, climáticas y tecnológicas que superan la capacidad humana de control absoluto. En este sentido, el riesgo cero no es alcanzable, lo que obliga a replantear la gestión del riesgo desde una perspectiva de convivencia responsable con la amenaza, más que desde una lógica orientada a su eliminación total.

Los riesgos no mitigables se manifiestan, en primer término, a través de los fenómenos naturales. Eventos como sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, huracanes, inundaciones, sequías, olas de calor o de frío extremo y deslizamientos de ladera constituyen procesos propios del funcionamiento dinámico del planeta. Dichos fenómenos no pueden ser detenidos, controlados ni evitados por la acción humana, ya que obedecen a leyes físicas y a dinámicas ambientales independientes de la voluntad social. No obstante, la ocurrencia de un fenómeno natural no implica necesariamente la materialización de un desastre, el cual se produce cuando la amenaza interactúa con condiciones de vulnerabilidad preexistentes, como asentamientos humanos ubicados en zonas de peligro, infraestructura inadecuada, debilidad institucional, desigualdad social y una insuficiente preparación comunitaria.

En este contexto, si bien no todos los riesgos pueden ser totalmente mitigados, el impacto de los fenómenos naturales puede reducirse de manera significativa mediante acciones de prevención y mitigación. A ello se suman la construcción de infraestructura resiliente, el cumplimiento de normas de edificación, la conservación de ecosistemas naturales que funcionan como barreras de protección y la educación de la población en materia de autoprotección y respuesta ante emergencias. De este modo, aunque la amenaza natural es inevitable, el desastre se construye socialmente, y su magnitud depende en gran medida de las decisiones humanas y del modelo de desarrollo adoptado.

Por otra parte, los riesgos químico tecnológicos constituyen una categoría relevante dentro de los riesgos no mitigables, al estar directamente vinculados al desarrollo industrial, científico y tecnológico. El uso de sustancias químicas peligrosas, la operación de instalaciones industriales complejas, el transporte y almacenamiento de materiales tóxicos, inflamables o explosivos, así como la utilización de fuentes radiactivas con fines médicos, industriales o de investigación, implican la presencia de un riesgo permanente. Aunque estos sistemas se diseñan bajo estrictos estándares de seguridad, la complejidad tecnológica, la interdependencia de los procesos, el envejecimiento de la infraestructura y la posibilidad de errores humanos hacen imposible la eliminación total del riesgo. A ello se suman factores externos, como fenómenos naturales extremos, fallas en el suministro energético o situaciones de emergencia imprevistas, que pueden detonar accidentes tecnológicos de alto impacto.

En el caso de los riesgos químico tecnológicos, la mitigación se orienta principalmente a reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes y a limitar sus consecuencias en caso de que estos se materialicen. Para tal efecto, se establecen marcos normativos, sistemas de control y monitoreo, programas de mantenimiento preventivo, capacitación continua del personal y planes de contingencia que permitan una respuesta oportuna y eficaz. Asimismo, la planeación territorial desempeña un papel fundamental al definir zonas de amortiguamiento entre instalaciones peligrosas y áreas habitadas, reduciendo la exposición de la población.

Reconocer que la amenaza no puede eliminarse permite enfocar los esfuerzos en la reducción de la vulnerabilidad, el fortalecimiento de las capacidades institucionales y comunitarias, y la mejora de los sistemas de preparación y respuesta. De esta manera, la gestión del riesgo se consolida como un proceso continuo y dinámico, orientado a la protección de la vida humana, la salvaguarda de los bienes materiales, la preservación del medio ambiente y la promoción de un desarrollo sostenible que reconozca los límites del control humano frente a la naturaleza y la tecnología.

La delimitación de las zonas con riesgos no mitigables; será determinada mediante los estudios técnicos requeridos para las zonas de riesgo, en donde además de las zonas de riesgo mitigables y sus propuestas de mitigación, se determinen con los polígonos de las zonas de riesgo no mitigables, describiendo la metodología empleada para su categorización. Estos estudios serán revisados y dictaminados por la autoridad municipal en materia de desarrollo urbano, quien dará vista a la Dirección de Protección Civil Municipal para que rinda su opinión, además de solicitar opinión a la Secretaría estatal competente conforme establece la LAHOTDUNL.

En este marco, la gestión del territorio debe sustentarse en un balance integral entre el nivel de riesgo identificado y los objetivos finales del desarrollo territorial, considerando criterios de seguridad, funcionalidad, sostenibilidad y bienestar social. Este enfoque permite evaluar de manera responsable la viabilidad de las intervenciones, definir las acciones más adecuadas de prevención, mitigación o adaptación y evitar la generación o intensificación de nuevas condiciones de riesgo, priorizando la protección de la población y del medio ambiente.

Las zonas de riesgos no mitigables se deberán construir a partir de la integración y análisis de información geoespacial, cartografía temática y estudios técnicos, incorporando criterios geomorfológicos, geológicos, hidrológicos y climáticos. A partir de estos insumos se identificarán aquellas zonas donde las características físicas del terreno y los procesos naturales asociados limitan de manera significativa la posibilidad de mitigación total del riesgo.

20. Definición de políticas de Gestión Integral de Riesgos y cartera de Proyectos

El Atlas de Peligros y Riesgos es un instrumento que tiene por finalidad facilitar la gestión territorial en la entidad donde se aplica. Por lo cual, este apartado está dedicado a proporcionar iniciativas, así como algunas alternativas que lleven a formular estrategias en materia de gestión integral de riesgos en el municipio de Monterrey. Con ello, se busca fomentar el enfoque preventivo en las funciones del Sistema Municipal de Protección Civil y las acciones del gobierno para la implementación de obras civiles, acciones, programas y políticas encaminadas a la prevención, mitigación, monitoreo y respuesta ante los de peligros causados por fenómenos naturales y sociales.

La Nueva Agenda Urbana, insta a las ciudades a construir resiliencia a partir de la reducción del riesgo de desastres, mitigando el cambio climático y adaptándose a sus impactos. Para esto, se debe de apoyar el proceso de planificación de la adaptación a mediano y largo plazo, así como las evaluaciones de la vulnerabilidad de las ciudades frente al clima y sus repercusiones, a fin de fundamentar planes de adaptación, políticas, programas y actividades dirigidos a promover la resiliencia de los habitantes de las ciudades, en particular mediante la adaptación basada en ecosistemas.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecen en su meta 11.B, que las ciudades habrán de adoptar planes integrados de mitigación y adaptación y resiliencia ante desastres. Fundamentar estos planes a partir de la información de un Atlas de Riesgos, facilita orientar correctamente las áreas en las que se habrá de priorizar la toma de decisiones.

Ante el gran dinamismo que converge en torno a las ciudades y su interacción con el ambiente y sociedad, es necesaria la actualización periódica de los escenarios de peligros y riesgos y documentarlos en guías que faciliten su comprensión, para que cumplan su rol de moderador en la planificación del desarrollo.

Las políticas y las prácticas conducentes a la gestión del riesgo de desastres deben basarse en una compresión de los riesgos en todas sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad adaptativa, grado de exposición de las personas y los bienes, así como de las características de las amenazas y el entorno, definidas en los escenarios de peligro. Este conocimiento se puede aprovechar para la evaluación de riesgos, la prevención y su mitigación, así como para la preparación y la respuesta en caso de desastres, conduciendo objetivamente la construcción de la resiliencia.

Se busca priorizar la comprensión del riesgo de desastres, para que las instituciones en el marco del fortalecimiento de la gobernanza y la planificación del desarrollo integren prácticas tendientes a la prevención y a la mejora de la capacidad de respuesta y recuperación ante el riesgo de desastres.

Es necesario incrementar la resiliencia de las ciudades frente a los efectos del cambio climático y cambio de uso de suelo ya estos incrementan la frecuencia e intensidad del riesgo de desastres, además de tener efectos perjudiciales en la calidad de vida cotidiana. Los riesgos se agravan especialmente para las poblaciones vulnerables con recursos limitados tanto para la preparación como para la recuperación.

Dadas estas predicciones, los gobiernos necesitarán adaptarse a un clima cambiante y a un contexto de riesgos dinámicos para desarrollar planes y acciones de reducción de riesgos ante las "nuevas normalidades" facilitando las condiciones de vida, el desempeño de la infraestructura, la planificación del desarrollo de los sectores y la gestión del territorio.

H III

NUEVA AGENDA URBANA

MARCO DE SENDAI PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES 2015-2030

El marco de Sendai fue aprobado en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, se enfoca en adoptar medidas sobre los componentes del riesgo de desastre para poder prevenir la creación de nuevos riesgos, reducir los riesgos existentes y aumentar la resiliencia, enunciando para ello 4 prioridades de acción y 7 metas globales.

Prioridad 1. Comprender el riesgo de desastres

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Las políticas y las prácticas para la gestión del riesgo de desastres deben basarse en una comprensión del riesgo de desastres en todas sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad, grado de exposición de las personas y los bienes, las características de las amenazas y el entorno.

Prioridad 2. Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionarlo

La gobernanza del riesgo de desastres es de gran importancia para la prevención, la mitigación, la preparación, la respuesta, la recuperación y la rehabilitación. En ella se fomenta la colaboración y la formación de alianzas y la participación social.

Prioridad 3. Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia

Las inversiones públicas y privadas para la prevención y la reducción del riesgo de desastres mediante medidas estructurales y no estructurales son esenciales para aumentar la resiliencia, económica, social, sanitaria y cultural de las personas, las comunidades, los países y sus bienes, así como del medio ambiente.

Prioridad 4. Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y reconstruir mejor

El crecimiento constante del riesgo de desastres pone de manifiesto la necesidad de fortalecer aún más la preparación para casos de desastres, adoptar medidas con anticipación a los acontecimientos y asegurar que se cuente con la capacidad suficiente para una respuesta y una recuperación eficaces a todo nivel. La fase de recuperación, rehabilitación y reconstrucción es una oportunidad fundamental para reconstruir mejor, entre otras cosas mediante la integración de la reducción del riesgo de desastres en las medidas de desarrollo.

Las 7 Metas Globales

1. Reducir considerablemente la mortalidad mundial causada por desastres para 2030, y lograr reducir la tasa de mortalidad mundial causada por desastres por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015;
2. Reducir considerablemente el número de personas afectadas a nivel mundial para 2030, y lograr reducir el promedio mundial por cada 100.000 personas en el decenio 2020- 2030 respecto del período 2005-2015;
3. Reducir las pérdidas económicas causadas directamente por los desastres en relación con el producto interno bruto (PIB) mundial para 2030;
4. Reducir considerablemente los daños causados por los desastres en las infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos, como las instalaciones de salud y educativas, incluso desarrollando su resiliencia para 2030;
5. Incrementar considerablemente el número de países que cuentan con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel nacional y local para 2020;
6. Mejorar considerablemente la cooperación internacional para los países en desarrollo mediante un apoyo adecuado y sostenible que complemente las medidas adoptadas a nivel nacional para la aplicación del presente Marco para 2030;
7. Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos, para 2030.

UNDRR
Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres

21. Sistema de Alerta Temprana para Eventos Meteorológicos

Establecer una red de Monitoreo y Alertamiento Temprano de Fenómenos Hidrometeorológicos operando sobre un Sistema de Información Geográfico servido de una red de estaciones meteorológicas instaladas en territorio

- Monitorear, registrar y reportar EN TIEMPO REAL, las condiciones de tiempo atmosférico que pudieran suponer un riesgo a la población.
- Establecer umbrales de alertamiento, conforme a la magnitud de registro de los parámetros meteorológicos.
- Constituir un Sistema de Monitoreo Meteorológico Automatizado en el cual se visualice espacialmente los registros de cada estación.
- Implementar un sistema de alertamiento temprano mediante un servicio de mensajería SMS y alertas web que informe sobre las condiciones de riesgo.

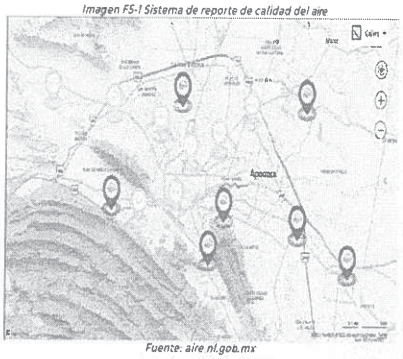
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

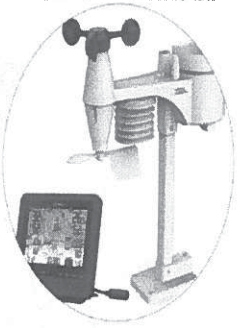
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen F5-1 Sistema de reporte de calidad del aire



Fuente: aire.nl.gob.mx

Imagen F5-2 Instrumento de monitoreo



Sistema de alertamiento meteorológico

Una estación meteorológica es un dispositivo que recoge los datos de distintas variables atmosféricas que son de interés para la meteorología. La utilidad principal de una estación meteorológica es recoger y registrar datos meteorológicos de temperaturas, humedad, precipitación y velocidad del viento, a partir de los cuales se crea información de valor que pueden tener las siguientes funcionalidades:

- Crear información climática representativa del lugar a partir de datos de sitio
- Crear alertas específicas ante fenómenos meteorológicos asociadas a situaciones de riesgo.
- Comparar información con estaciones cercanas, para dimensionar la distribución de los fenómenos meteorológicos.

Se propone establecer una red de estaciones de monitoreo meteorológico que comprenda al territorio de Monterrey, priorizando el monitoreo de las microcuencas que contribuyen a la generación de escenarios de riesgo por inundación pluvial identificados en el Atlas de Riesgos del municipio.

Sistema automatizado de alertamiento meteorológico

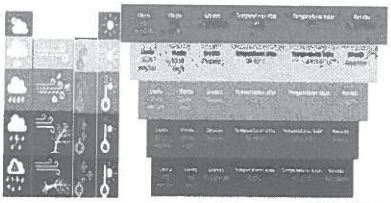
El Sistema Automatizado de Alertamiento Meteorológico es un sistema integral, el cual administra y procesa la información geoespacial obtenida de las estaciones meteorológicas para realizar análisis de riesgos ante inundaciones, presentando los resultados en forma de cartografía digital e información geoestadística al momento de ser requerida por el usuario. Para ello, se habrán de establecer umbrales de alertamiento a los cuales les sean asociados marcadores que faciliten su representacion e interpretación en los tableros de monitoreo.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

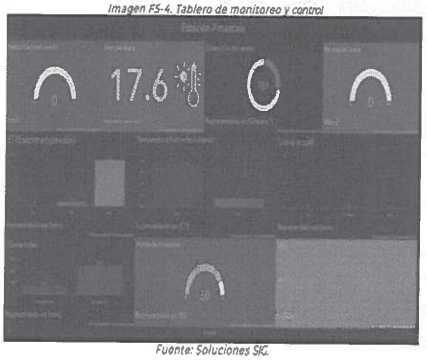
Imagen F5-3. Criterios empleados en Ciudad de México



Asociar los umbrales de alertamiento a un sistema de señaléticas y colorimetría, facilita a usuario la interpretación de la información recibida, para la implementación de acciones de autocuidado.

El micrositio tiene el objetivo de enlazar la información que se sistematiza en tiempo real por las estaciones meteorológicas con aquella construida por el personal operativo y enlazarlo con los umbrales de afectación por lluvia definidos en el estudio de riesgo a inundaciones. El propósito es proveer de un sistema integral que facilite la toma de decisiones para la prevención y respuesta ante inundaciones.

Imagen F5-4. Tablero de monitoreo y control



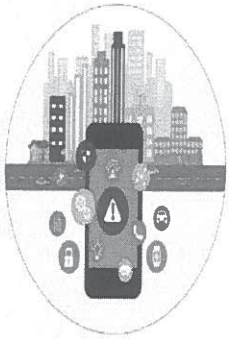
Fuente: Soluciones SIG.

El Sistema de Alertamiento, tiene el objetivo de comunicación y actuación eficaz ante la presencia inminente de una amenaza de tipo natural, el cual permite el monitoreo de la información de la Temperatura, Viento, Lluvias y Precipitaciones en tiempo real y alertar por medio de notificaciones SMS y en la aplicación se mostrarán las alertas.

Alerta SMS

Para difundir el mensaje entre la población y estimular a quiénes se encuentran en riesgo para tomar medidas preventivas, se alertará mediante un mensaje

SMS: los SMS se enviarán en base a los rangos del incidente o fenómeno.



Alerta Web

De igual manera en la aplicación se activa las alertas web en tiempo real; de acuerdo con las etapas de alertamiento, en base a los rangos del incidente o fenómeno.

Microzonificación sísmica de Monterrey

A nivel nacional, el estado de Nuevo León se encuentra clasificado en la zona sísmica A, lo cual significa que existe un riesgo bajo a movimientos telúricos, sin embargo, esto no debe de interpretarse de que en la región no se manifiesten sismos.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

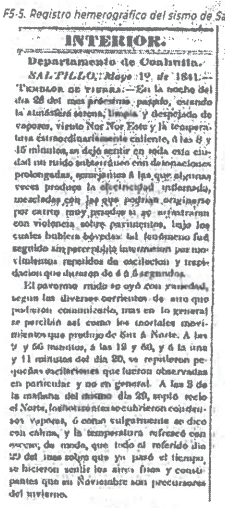
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

En 2006 se instalaron estaciones sismológicas por parte de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con las cuales se ha podido evidenciar y registrar la actividad sísmica de la región la cual se ha denominado de baja intensidad.

Imagen F5-5. Registro hemerográfico del sismo de Santa Elena



INTERIOR.

Departamento de Coahuila.

SALTILLO, Mayo 19 de 1841.

TEMBLOR DE TIERRA.—En la noche del dia 28 del mes próximo pasado, estando la atmósfera serena, limpia y despejada de vapores, viento Nor Este y la temperatura estraordinariamente caliente, á las 6 y 15 minutos, se dejó sentir en esta ciudad un ruido subterráneo con detonaciones prolongadas, semejantes á las que algunas veces produce la electricidad inflamada, mezclada con las que podrian originarse por carros muy pesados si se estrellaran con violencia sobre pavimentos, bajo los cuales hubiera bóvedas: tal fenómeno fué seguido sin percepible intermision por movimientos rapidos de oscilacion y trepidacion que duraron de 4 á 5 segundos.

El paroxismo mido se oyó con pausadez, segun las diversas corrientes de aire que pudieron comunicarlo, mas en lo general se percibió así como los mortales movimientos que produjo de Sur á Norte. A las 7 y 56 minutos, á las 12 y 50, y á la una y 11 minutos del dia 20, se repitieron pequeñas oscilaciones que fueron observadas en particular y no en general. A las 3 de la mañana del mismo dia 20, sopló recio el Norte, los horizontes se cubrieron con densos vapores, ó como vulgarmente se dice con calina, y la temperatura refrescó con esceso, de modo, que todo el referido dia 20 del mes mayo que ya pasó el tiempo, se hicieron sentir los aires frios y constantes que en Noviembre son precursores del invierno.

En los archivos hemerográficos, se ha registrado evidencia de la manifestación de un sismo con magnitud estimada en 6.2 grados ocurrido en los límites de Coahuila y Zacatecas, cercano a la localidad de Punta Santa Elena, el cual fue percibido en las ciudades de Saltillo, Monterrey y Galeana, en esta última presentándose en la iglesia de esta localidad.

Periodos de retorno

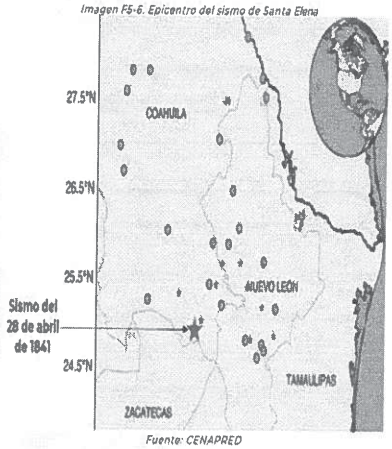
Para establecer los periodos de retorno de la magnitud de los eventos sísmicos, se necesita disponer de un catálogo de registros históricos, a partir del cual se pueden identificar ventanas de tiempo en las cuales se han manifestados eventos de magnitud importante.

Se estima que un sismo con las características de magnitud como el de 1841, puede presentarse cada 200 años.

Reglamento para las construcciones del municipio de Monterrey.

Este reglamento al considerar el territorio municipal con pocas posibilidades sísmicas únicamente establece el diseño sísmico para aquellas obras que se implemente en zonas cercanas a la explotación de yacimientos pétreos y para casos específicos de acuerdo con las normas técnicas.

Imagen F5-6. Epicentro del sismo de Santa Elena



Fuente: CENAPRED

Esta situación ha derivado en que las edificaciones del municipio no cuenten con características de diseño estructural normado para resistir un eventual sismo de gran magnitud como el de 1841.

Zonificación geotécnica

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

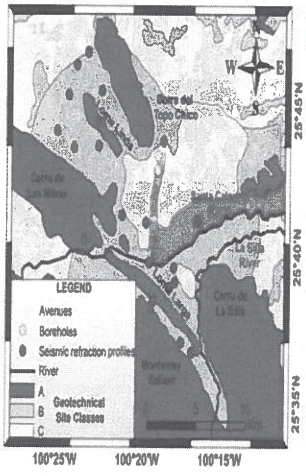
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

La zonificación sísmica existente parta la zona metropolitana de Monterrey, tiene su base en la interpretación cualitativa de las características geotécnicas de los materiales de origen aluvial que componen el suelo de Monterrey.

Investigadores de la Universidad Autónoma de Nuevo León han realizado ensayos para determinar la velocidad a la cual se transmiten las vibraciones sísmicas en estos materiales, sin embargo, aún no se ha detallado la zonificación a partir del comportamiento sísmico del suelo, para la delimitación precisa de la extensión de los depósitos sedimentarios de origen aluvial y coluvial y con ello determinar los efectos de sitio lo cual permitiría definir el peligro sísmico en términos probabilísticos.

Escenario de riesgo Sísmico

Se estima que al año 2050, tendrá lugar en el estado de Nuevo León la manifestación de un sismo de magnitud importante, provocando afectaciones en la Zona Metropolitana de Monterrey en la cual en las últimas décadas se han edificado importantes rascacielos y desarrollo inmobiliarios.



Esta propuesta contempla el desarrollo de cartografía de microzonificación sísmica para el municipio de Monterrey, la cual permita definir el peligro sísmico, así como también establecer las bases para el desarrollo de una política de usos de suelo y diseño sísmico de edificaciones para fortalecer la resiliencia del municipio.

Disponer de la cartografía de zonificación sísmica permitirá a las autoridades anticipar las zonas de la ciudad que tendrán una probable mayor afectación y con ello diseñar protocolos de respuesta e implementar acciones de mitigación.
Los objetivos específicos son:

- Emprender una campaña de sondeo sísmico empleando equipos de medición en campo para la detección y registro de micro tremores/ruido sísmico y determinación de las frecuencias dominantes del suelo.
- Agrupar y reinterpretar la distribución de los periodos dominantes y la amplificación relativa del suelo desarrollados mediante la técnica de los cocientes espectrales H/V (técnicas MHVSR y EHVSR), en el municipio de Monterrey.
- Construir cartografía de isoperiodos y amplificación relativa para la zona urbana y con base a esta distribución determinar la zonificación sísmica para la zona urbana del municipio. Generar acelerogramas sintéticos y espectros de respuesta (ER) en distintos puntos de la ciudad utilizando las razones espectrales analizadas con la técnica mencionada, con el objetivo de generar escenarios sísmicos para un sismo de características similares al ocurrido en 1841.
- Delimitar la geometría y extensión de los depósitos aluviales a partir de su respuesta geofísica y estimar los parámetros de efecto de sitio.

El desarrollo de la cartografía de microzonificación podrá contribuir para que el municipio mejore la normatividad para diseño sísmico de construcciones convencionales considerando la información, datos y parámetros locales que definidos por el comportamiento sísmico propio de la región.

La ciudad de Monterrey ha sido edificada sin la consideración del diseño sísmico para las construcciones. Esta situación supone un alto riesgo ante la manifestación de un sismo con periodo de retorno de 200 años como el ocurrido en Santa Elena en el siglo XIX.

22. Estrategia de Reducción de Inundaciones

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

La reducción del riesgo de inundaciones en el municipio de Monterrey debe abordarse con estrategias diferenciadas, ya que el problema se origina por dos mecanismos distintos que requieren soluciones específicas.

Causa 1: Inundaciones Fluviales (por desbordamiento de ríos)

- Los ríos Pesquería, Santa Catarina y La Silla presentan una respuesta hidrológica rápida y violenta ante lluvias intensas. Sus cauces, zonas de curvatura (meandros) y desembocaduras tienen una capacidad de conducción y desagüe insuficiente para los caudales pico, lo que provoca su desbordamiento e invasión de planicies de inundación que ahora están urbanizadas.

Imagen PEP-D-01. Desbordamiento del Río Santa Catarina por tormenta "Alberto".



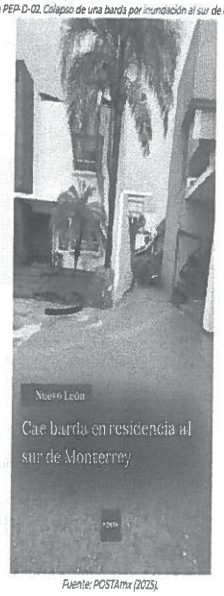
Fuente: Milenio (2024).

Causa 2: Inundaciones Pluviales (por fallas en el drenaje urbano)

- El sistema de drenaje menor (alcantarillado) presenta tres problemas críticos:

1. Infraestructura Inadecuada: Existen conexiones hidráulicamente deficientes donde el drenaje de mayor diámetro se conecta a tuberías de menor capacidad, creando cuellos de botella que obstruyen el flujo.
2. Capacidad de Captación Nula: La insuficiente cantidad y diseño de coladeras, sumado a su frecuente obstrucción por residuos sólidos, impide que el agua de la superficie ingrese al sistema de drenaje, causando su estancamiento en calles y avenidas.
3. Eliminación de drenaje superficial: Los nuevos asentamientos humanos provocan que las corrientes de flujo superficial no tengan un direccionamiento adecuado, lo que provoca que grandes volúmenes de agua atraviesen viviendas y caminos antes de estancarse o desembocar en puntos topográficamente más bajos.

Imagen PEP-D-02. Colapso de una barda por inundación al sur de Monterrey.



Fuente: POSTAmx (2025).

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Estrategias para Inundaciones Fluviales (Ríos)

1. Gestión Integral de Cuencas:
   - Reforestación y Conservación: Implementar programas de reforestación agresivos en las partes altas de las cuencas de los ríos Pesquería, Santa Catarina y La Silla. Esto aumenta la infiltración del agua al subsuelo, reduce la velocidad de escorrentía y disminuye el caudal pico que llega a los cauces.
   - Biorretención: Crear parques de inundación y humedales artificiales en zonas estratégicas de la cuenca. Estas áreas actúan como esponjas, almacenando temporalmente el exceso de agua durante las crecidas y liberándola gradualmente.
2. Infraestructura Gris de Control:
   - Diques y Muros de Contención: Construir o reforzar defensas ribereñas en los tramos urbanos más críticos de los ríos para contener el agua dentro del cauce.
   - Presas de Retención: Evaluar la viabilidad de construir presas de detención o "presas de torrente" en afluentes menores para retener sedimentos y laminar las avenidas de agua.
3. Mejora de la Capacidad Hidráulica:
   - Dragado y Limpieza: Realizar un mantenimiento periódico y profesional de los cauces para eliminar sedimentos, escombros y vegetación que reducen su capacidad de conducción.
   - Ampliación y Reingeniería de Cauces: En puntos críticos de curvatura y desembocadura, realizar obras de ingeniería para suavizar meandros y ampliar la sección transversal del río, facilitando el flujo.

Estrategias para Inundaciones Pluviales (Drenaje Urbano)

1. Modernización de la Infraestructura de Drenaje:
   - Rectificación de Conexiones Críticas: Realizar un diagnóstico completo de la red para identificar y corregir todos los puntos donde existan reducciones de diámetro, reemplazando las tuberías por unas de capacidad adecuada.
   - Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS): Implementar técnicas de Infraestructura Verde:
     - Pavimentos Permeables: Utilizar este material en estacionamientos, andadores y calles de bajo tráfico para permitir la infiltración del agua.
     - Jardines de Lluvia y Zanjas de Infiltración: Diseñar áreas verdes deprimidas en parques, camellones y laterales de calles para captar e infiltrar el agua pluvial directamente.
2. Optimización de la Captación Superficial:
   - Incremento y Rediseño de Coladeras: Instalar una mayor densidad de coladeras en puntos bajos y críticos de la ciudad. Utilizar diseños más eficientes (como rejillas longitudinales) y de mayor capacidad.
   - Sistemas de Pretratamiento: Instalar cestos o rejillas captadoras de basura en las coladeras para evitar que los residuos taponen las tuberías principales.
3. Gestión y Cultura Ciudadana:
   - Programas de Limpieza Intensiva: Establecer un programa de mantenimiento constante y preventivo de coladeras antes y durante la temporada de lluvias.
   - Campañas de Educación: Lanzar campañas permanentes para concienciar a la ciudadanía sobre la correcta disposición de residuos y el grave impacto de tirar basura en la calle, vinculándolo directamente con las inundaciones.

La efectividad de la reducción de inundaciones en Monterrey radica en atacar ambos frentes de manera simultánea y coordinada. Mientras las estrategias para los ríos requieren una visión a largo plazo y obras de gran escala, las mejoras en el drenaje urbano y la infraestructura verde pueden tener un impacto más inmediato y visible en la calidad de vida de los ciudadanos. La combinación de infraestructura gris (tradicional) y verde (sostenible), junto con una robusta gestión pública y participación ciudadana, constituye el enfoque más resiliente y eficaz para el problema.

Si bien los mapas de peligro por inundación pluvial y fluvial son herramientas fundamentales para identificación de zonas que requieran una obra o acción específica, estos no son definitivos y siempre invitan a realizar un análisis más exhaustivo, en términos de estudios puntuales, en este caso, para el adecuado planteamiento de obras se, se requiere de la actualización del catastro de la red de drenaje pluvial y sanitario, debido a que aunque las autoridades cuenten con las actualizaciones pertinentes, existen muchas acciones de orden ilícito, como las conexiones o descargas ilegales, las ocupaciones e incluso los tiraderos que pueden reducir o modificar el flujo de algunos cauces

MTY AQUÍ SE RESUELVE

379

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Aún así existe acciones u obras que de manera conceptual pueden funcionar, según las características de cada sitio, teniendo en cuenta que dependiendo de las mismas estas pueden surtir efecto para algunos periodos de retorno, usualmente los menores, quedando fuera los de mayor orden, por lo ante fenómenos extraordinarios, siempre encontraremos, afectaciones o algún grado de riesgo.

Para las zonas que se ven afectadas por inundaciones fluviales, dependiendo de las condiciones de las ríos, de su jurisdicción, si es de atribuciones federales o locales y de la cantidad de arrastre de materiales pétreos y orgánicos dentro la cuenca, y de los posibles impactos.

Para las zonas afectadas a partir de los Tr.'s de 2 años hasta 10 o 20 años, dependiendo del cuace, de los arroyos, La Silla, La Chueca y Seco, Río Pesqueria y a partir de Tr de 2 años, hasta un aproximado de Tr 50 para el Arroyo Topo Chico:, pueden pensarse en canalización, cambios de pendiente o inclusión bloques de concreto o vegetación en algunas secciones a lo largo del río, para disminuir la velocidad del flujo y provocar zonas de regulación o almacenamiento, que posteriormente deben ser drenadas de manera natural.

Para Tr's mayores a 100 años en el Arroyo Topo Chico y Río Santa Catarina; además de las acciones mencionadas anteriormente, se pude revisar la factibilidad de pequeños diques, presas de gaviones o estructuras de cambio de régimen del flujo, en los arroyos o zonas de la cuenca previo a la intrusión de los ríos en la zona urbana o municipio, con la intención de reducir la energía total hidráulica, y el flujo transité hacia las zonas urbanas con menos violencia.

En el caso peligro de inundaciones pluviales que afecta principalmente a los pasos a desnivel, y algunas calles y avenidas, como:

- Lic. Luis Echeverría Álvarez, C. Raúl Caballero, Av. De la República, Praxedis Giner, C. Manuel Belgrano, M.T. de Alvear, C. Esquisto y la estación del Metrorrey Talleres.
- C. de la Huerta, esquina con Av. De las Rosas, Av. Aztlán desde esquina con Manzanas hasta C. Esquisto.
- C. Canal Medular, C Ocaso y Av. Luis Donaldo Colosio Murrieta, Canal Aztlán, Av. Cabezada.
- Canal del Águila, José Ovalle, Rigoleto, Raúl Rangel Díaz esquina con Plinio D. Ordoñez.
- Av. Fidel Velázquez a la altura de la Colonia Morelos y Hogares Ferrocarrileros.
- Francisco Garza Sada, Cam. Al Mirador, Arroyo Seco, Arroyo Seco Hidrografía, Balcón del Río y Mallorca.
- Cañón de los Nogales, La Estanzuela, Antiguo Camino a Villa de Santiago entre Villita y Cañón del Huajuco y el Antiguo Camino a Villa de Santiago esquina con Av. De los Cristales.

Al ser inundaciones de carácter urbano, y con la intención de no cuestionar el funcionamiento de la red de drenaje, la cual debe ser revisada a detalle para el planteamiento adecuado de medidas de mitigación, además de la existencia de otras obras como cárcamos de bombeo o colectores de drenaje que ya atiendan situaciones específicas. Es posible el planteamiento de la ocupación de camellones, centros deportivos o terrenos baldíos, los cuales con poca intervención pueden fungir como vasos de regulación temporales, es decir que los volúmenes de agua en calles o pasos a desnivel, puedan llevarse por el espacio de horas, en lo que la red drenaje baja su funcionamiento, estos deben pensarse a manera que trabajen principalmente a gravedad o con poca infraestructura de bombe, almacenado el agua por horas., con el objetivo de dejar su funcionamiento original, lo mas pronto posible, estos deben contar con sedimentadores, rejillas y trampas de lodos para que el mantenimiento entre usos sea efectivo. en caso de contar con el espacio el agua puede ser almacenada por el municipio, para su aprovechamiento

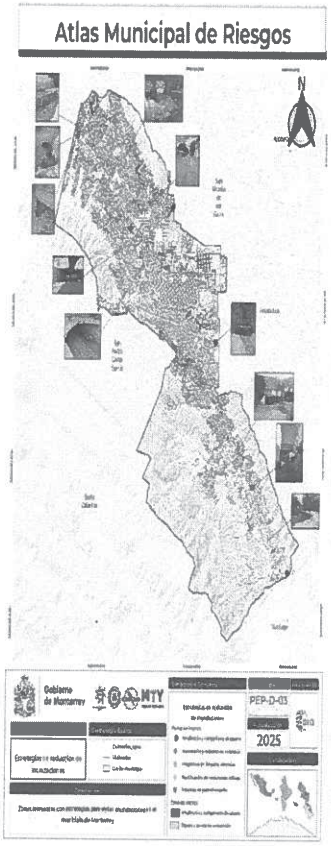
El mapa PEP-D-03 muestra algunos puntos y zonas representativas que requieren estrategias para prevenir inundaciones; sin embargo, no abarca la totalidad de las áreas inundables identificadas en el capítulo de Inundaciones. Además, aunque estos puntos consideran una medida principal de reducción del riesgo, en varias zonas es necesaria la combinación de múltiples estrategias para mitigar adecuadamente el fenómeno.

Si bien las dependencias de Servicios Públicos y Protección Civil cuentan con la mayoría de las zonas de interés relacionadas con inundaciones ya identificadas, es necesario realizar un estudio hídrico e hidráulico integral que permita delimitar con mayor precisión las áreas prioritarias de atención. Esto facilitará una gestión más eficiente del recurso, ya que actualmente existen medidas de mitigación, pero no estrategias sólidas de prevención ni de atención anticipada ante este fenómeno.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG



23. Plan Local de Reducción de Riesgos

Los acuerdos signados por nuestra nación en materia de construcción de resiliencia establecen un compromiso para apoyar el proceso de planificación de la adaptación a medio y largo plazo, así como las evaluaciones de la vulnerabilidad de las ciudades frente al clima y sus repercusiones, a fin de fundamentar planes de adaptación, políticas, programas y actividades dirigidos a promover la resiliencia de los habitantes de las ciudades, en particular mediante la adaptación basada en los "procesos de los ecosistemas".

Estos principios rectores del desarrollo han sido abordados en la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Nuevo León.

Planes locales de reducción de riesgos

Estos instrumentos son desarrollados por los gobiernos en sus distintos niveles, así como también hay experiencias documentadas en las que han sido implementados por comunidades organizadas.

Tienen por objeto prevenir nuevos riesgos y reducir los ya existentes a través de la inversión y la organización proactiva. Los planes contienen medidas específicas ante desastres junto con las metas en una serie cronológica de implementación y asignación presupuestaria.

Los gobiernos locales tienen la responsabilidad de reducir los riesgos de desastres locales para sus habitantes y comunidades. Estos incluyen la realización de estudios, planificación, diseño, asignación presupuestaria, implementación, operación, monitoreo y evaluación de las medidas implementadas.

El desarrollo de un plan local piloto de DRR en un área específica podría brindar experiencias y lecciones aprendidas para establecer un método formulado a la medida. Para divulgar efectivamente los conocimientos útiles a otras áreas, son importantes los siguientes: criterios de selección de los sitios piloto con diferentes condiciones y características, tareas detalladas para desarrollar los planes locales de DRR y optimización del plan para tener un tamaño presupuestario factible.

La Agencia de Cooperación Internacional Del Japón JICA y el Centro para la Reducción de desastres en Asia, elaboraron una guía de 8 pasos para la elaboración de Planes locales de Reducción de Riesgos, con el objetivo facilitar la cooperación técnica multilateral para el cumplimiento de las prioridades y metas establecidas por el Marco de Sendai.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Estos "8 pasos" permiten a los líderes y planificadores de los gobiernos locales, especialmente en las áreas de alto riesgo, formular o mejorar sus planes locales de DRR para promover las inversiones y la firme implementación de las medidas para reducir los riesgos residuales.

Paso 1. Documentar la información local de los peligros

Para comprender los riesgos, es necesario primero identificar los peligros y los sistemas expuestos.

Para este efecto, la información desarrollada en el Atlas, así como los registros históricos de desastres, permitirá identificar y localizar los peligros en la ciudad.

Paso 2. Comprender el riesgo de desastre local

El riesgo tiene lugar en donde los peligros y los sistemas expuestos se conjugan. En esta fase del plan se deben de identificar cuáles son las áreas expuestas a los peligros en la ciudad, así mismo, se habrá de identificar cuáles son las áreas bajo condiciones más críticas habiéndose de priorizar zonas con infraestructura importante, oficinas públicas, hospitales y escuelas.

Para comprender el riesgo es necesario abordar las siguientes preguntas clave:

1. ¿Cuáles son las áreas que están en riesgo y por qué?
2. ¿Cuáles son las áreas que podrían enfrentarse a un riesgo en el futuro próximo y por qué?
3. ¿qué tipo de desastre son de alto riesgo?
4. ¿Cuáles son los ejes del desarrollo urbano y anticipar futuros riesgos?
5. ¿Dónde habita la gente y se desarrolla la economía?
6. ¿Dónde está ubicada la infraestructura estratégica y los servicios vitales?

Esto permite identificar cuáles son los peligros o desastres prioritarios y los sistemas expuestos a estos.

Paso 3. Identificar los Planes de Reducción de Riesgos implementados

En esta fase se identificarán cuáles son los planes, acciones, políticas, programas y obras que han sido implementados por autoridades a distintos niveles de gobierno, para reducir los riesgos en la ciudad.

En esta fase habrá de referirse a los planes de desarrollo urbano de infraestructura pública que hayan implementado medidas estructurales o no estructurales para la reducción de riesgos. Así como también podrá referirse a los documentos de planes de acción que establezcan la organización y preparación ante un desastre.

Paso 4. Identificar los riesgos remanentes

Considerando la información identificada en el paso 3, los riesgos remanentes se habrán de entender como todos aquellos que aún posterior a la implementación de medias, no han sido reducidos o eliminados en su totalidad.

De igual forma, los riesgos remanentes también existen en aquellas zonas aún no consideradas la realización de medidas bajo la estructura programática de los planes ya implementados con anterioridad.

Habrá de considerarse una revisión cronológica de la implementación de medidas anteriores e identificar si modificó o se redujeron los riesgos para los cuales fueron implementadas.

Paso 5. Desarrollar un marco de medidas a implementar

En esta fase se habrán de enlistar las posibles medidas e iniciativas a implementar para la mitigación y preparación ante riesgo de desastres, obedeciendo a los siguientes criterios

1. Tipos de medidas que contribuyen a reducir riesgos
2. Temporalidad de implementación y beneficio a corto, mediano y largo plazo
3. Nivel y área de gobierno que corresponde su implementación

En esta fase habrán de considerarse medidas estructurales y no estructurales, así como también referir a los planes de desarrollo urbano con el objeto de anticipar y reducir futuros riesgos.

Paso 6. Priorizar las medidas propuestas

Esta fase requiere de un ejercicio multilateral para generar una estructura programática encaminada a reducir los riesgos de forma integral y en orden de prioridad. Se debe considerar la factibilidad, la relación costo-efectividad y la programación presupuestaria disponible, así como la concertación de su implementación, teniendo como eje la reducción del riesgo y la construcción de resiliencia.

382

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Paso 7. Asignación de presupuesto

Se debe establecer una estrategia que, de viabilidad a la implementación de las medidas prioritarias, lo cual está condicionado a una asignación presupuestaria a niveles necesarios. En este ejercicio cobra relevancia la constitución de alianzas estratégicas de cooperación sectorial y multilateral, así como también la promoción de la organización a nivel comunitario para implementar acciones locales.

Paso 8. Programación, implementación y monitoreo de las medidas

El proceso de planificación es cíclico, por lo que requiere de un monitoreo continuo que permita revisar y actualizar periódicamente los planes, incluyendo la información de los peligros y las prácticas que se están implementando en otros sectores en materia de adaptación.

Para dar viabilidad a la reducción de riesgos y al fortalecimiento de la resiliencia de la ciudad es necesario acompañar a este proceso en el que la implementación de políticas transite de un enfoque reactivo a una de enfoque proactivo, haciendo transversal el ejercicio de todos los sectores involucrados.

24. Reducción de riesgos por inestabilidad de laderas

La reducción de riesgos no solamente comprende la implementación de medidas estructurales que mitiguen los peligros. Las prácticas de reducción de riesgos también abarcan la disminuir la exposición ante estas situaciones. Se identificaron 11 colonias de alto riesgo a pie del Cerro de Topo Chico, las cuales se establecieron en minas a tajo abierto que actualmente están ya fuera de operación.

Estas colonias han sido categorizadas por la CONAPO con un índice de marginación urbana alto y muy alto, por ello las personas que habitan en estas zonas habrán de recibir un acompañamiento de asistencia social para la gestión del riesgo existente.

En esta zona de minas se describieron taludes verticales en roca caliza altamente fracturada, la cual genera continuamente desprendimientos de bloques de roca.

Existen a pie de los taludes rocas frescas fragmentadas las cuales constituyen evidencia del peligro que representa estas zonas.

Tabla F5-1. Colonias expuestas a taludes en Topo Chico

10 de junio (Fomerrey 167)
30 de abril
Che Guevara 2do Sector
Lázaro Cárdenas
Nueva Che Guevara
Plan de San Luis
Salvador Allende
Unidad del Pueblo
Unidad Pedreras (Fomerrey 106)

Fuente: Elaborado por Soluciones SIG.

Estabilización de taludes en Topo Chico

Los taludes excavados en macizos rocosos fracturados como los descritos en Cerro del Topo Chico, suelen presentar problemas de desprendimientos de bloques. Entre las medidas a considerarse para la estabilización y reducción de riesgos en esta zona se sugiere:

1. Evacuación de las personas que habitan en la zona inmediata al pie de los taludes.
2. Eliminación manual o mecánica de bloques y material de fácil desprendimiento, evitando la desestabilización de otros bloques en contacto.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

3. Instalación de cables y mallas para recubrir el talud y controlar el desprendimiento de fragmentos menores de roca. Esta práctica consiste en la colocación de mallas metálicas de doble o triple torsión, a la cual se le superpone una serie de cables formando una retícula, anclados y tensionados directamente en el perfil del talud.
4. Bermas y cunetas excavadas a pie de talud, cuya finalidad responda a contener los bloques desprendidos y evitar su rodamiento hasta las zonas habitadas. Esta práctica permite frenar los bloques, lo cual puede ser favorecido con la colocación de una capa de material gravoso que facilite el amortiguamiento de los bloques.

Estas medidas pueden implementarse haciendo uso del mismo material que se ha desprendido del talud, reduciendo los costos de implementación.

El diseño e implementación de estas medidas habrá de obedecer a los cálculos geotécnicos y de mecánica de suelos que permitan definir y dimensionar las obras necesarias para la reducción de riesgos en talud.

Imagen FS-15. Imagen oblicua del Cerro Topo Chico



Fuente: Google Earth.

Obras de Mitigación en Cerro de la Silla

El crecimiento urbano en la zona sur y zona Huajuco del municipio de Monterrey, ha dado lugar a que las zonas habitadas se expongan a sitios en donde naturalmente los procesos geomorfológicos tienden a movilizar bloques de rocas, principalmente sobre los pasos de agua.

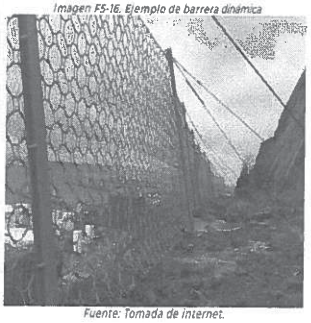
Debido a las condiciones topográficas de esta zona, los desprendimientos de roca tienen la capacidad de movilizarse varias decenas hasta cientos de metros cuesta abajo.

Se habrá de considerar la implementación de diversas obras de contención que amortigüen el desplazamiento de las rocas cuesta abajo.

Dentro de estas obras se consideran las siguientes:

1. Muros de concreto o de gaviones: que tienen por objeto ser un obstáculo para el avance de los bloques desprendidos, construyéndose generalmente de forma paralela a las curvas de nivel al pie de monte.
2. Bermas y cunetas: las cuales pueden anteceder a la instalación de los muros, con el objetivo de disipar la energía de los bloques caídos.
3. Barreras dinámicas o flexibles: capaces de amortiguar la energía de impacto de los bloques mediante la deformación elástica y plástica de mallas metálicas y elementos que las componen. Estas consisten en mallas de cable de acero entrelazado, soportadas por postes de acero cimentados y anclados a la ladera.

Imagen FS-16. Ejemplo de barrera dinámica



Fuente: Tomada de internet.

384

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

25. Evaluación de la tipología estructural

En México, al menos dos de cada tres viviendas son informales, es decir, se construyeron sin respetar normas de uso de suelo o reglamentos de construcción.

Las experiencias en los sismos recientes a nivel nacional y e internacional, demuestran que hay una relación directa ente el daño en las edificaciones y el incumplimiento o insuficiencias de los reglamentos de construcción.

Las viviendas informales o de autoconstrucción son más vulnerables porque generalmente se construyen en zonas de riesgo, o bien en zonas con limitado acceso a servicios públicos.

El reglamento para las construcciones del municipio de Monterrey no tiene previsto el diseño de edificaciones bajo criterios de sismo-resistencia, lo cual sugiere un grado de vulnerabilidad física de las edificaciones del municipio ante un evento sísmico.

De igual forma, existe una amplia heterogeneidad de las construcciones dentro de la ciudad de Monterrey, lo cual supone distintos grados de riesgos ante fenómenos hidrometeorológicos, geológicos y por incendios, que resulta difícil evaluar en su conjunto.

Debido a esta heterogeneidad en la tipología estructural de las edificaciones existentes en el municipio, se propone realizar una evaluación detallada en zonas que se definan prioritarias por su eventual exposición a peligros determinados en el Atlas. De igual forma es evidente el deterioro por envejecimiento y abandono de las edificaciones en diversos sectores de la ciudad, lo cual genera un factor de vulnerabilidad emergente, al comenzarse a manifestar diversas patologías en elementos estructurales y no estructurales, dando lugar a nuevos riesgos para la población, como lo es el desprendimiento de acabados y marquesinas que se desploman hacia la vialidad, causando accidentes y lesiones.

Se propone iniciar un censo, en la zona centro del municipio, obedeciendo a 3 criterios importantes:

1. Zonificación geotécnica de mayor peligro sísmico.
2. De mayor antigüedad en la ciudad.
3. La zona con mayor cantidad de servicios atendidos por la dirección de Protección Civil.

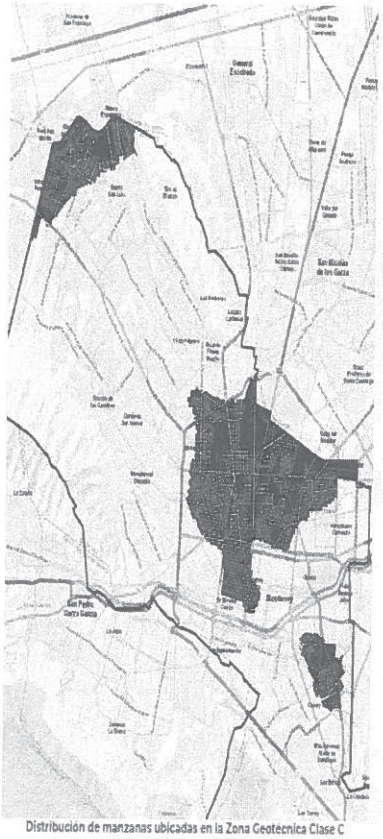
Con base en estos criterios se identificaron 58 colonias de la zona centro del municipio, en las cuales se sugiere priorizar la constitución de este censo.

Tablas FS-2. Listado de las 58 colonias prioritarias

Juana de Arco
Kennedy Luis Echeverría
Mariano Escobedo
Mitras Centro Moderna
Narciso Mendoza
Niño Artillero Obrerista
Plaza Insurgentes Pedro Lozano Popular
Progreso (Predio 21)
Treviño
10 de marzo
15 de mayo (Lamadrid 10 de mayo
Atanco
Avenida Central Bella Vista Benito Juarez
Bernardo Reyes
Cantú Cementos Central
Centro de Monterrey
Vidriera Victoria
Residencial Centrika Sector Crisoles
Residencial Centrika Sector del Lago
Residencial Centrika Sector Palmas
Residencial Centrika Sector Victoria
Reforma Regina
Residencial Vidriera
Rubén Jaramillo
San José Norte San José Sur Sarabia
Simón Bolívar
Talleres Terminal
Ciudad Militar
Coyoacán Del Norte Del Prado Estrella
Ferrocarrilero Sector 21 Ferrocarriles
Fraccionamiento Residencial Centrika Sector Sillares
Garza Nieto Hidalgo Industrial
Industrial Benito Juarez Valle Morelos

Fuente: Soluciones SIG.

MTY AQUÍ SE RESUELVE



Distribución de manzanas ubicadas en la Zona Geotécnica Clase C

La Red Nacional de Evaluadores, ha determinado criterios para la evaluación de estructuras. En este marco, se propone definir una ficha de evaluación en campo, en la cual, a partir de inspecciones visuales, que puedan determinar la tipología estructural de las edificaciones, así como el reconocimiento de elementos y patologías que puedan exacerbar la vulnerabilidad física de estas ante diversos fenómenos perturbadores.

Disponer de esta información a nivel de predio, facilitaría la actualización de tasas para la recaudación del impuesto predial.

A la vez que se constituye como una herramienta fundamental para la Evaluación temprana de Daños y Necesidades (EDAN) ante una situación de emergencia o desastres.

La información obtenida, facilitará a las autoridades guiar estrategias para modernizar el paisaje urbano y fortalecer la resiliencia del municipio, lo cual va acompañado de un crecimiento económico sostenible.

Tablas F5-3. Listado de sectores propuestos

Delegación	13 de Colonias	Prioridad
Centro	58	1
Norte	91	2
Sur	12	3

Fuente: Soluciones SIG.

26. Comités de Resiliencia Comunitaria

El constituir comités de resiliencia comunitaria, tiene por objetivo primordial fortalecer los procesos auto gestivos de organización local orientados a la implementación de acciones para la mejora del entorno público y de prevención y reducción de riesgos.

Teniendo como base las estructuras de organización social consideradas por el Reglamento de Participación Ciudadana del municipio de Monterrey se propone constituir estos comités en las colonias que han registrado sus mesas directivas.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Mesas Directivas registradas por la Dirección de Participación Ciudadana



Fuente: Soluciones SIG.

Llevado a territorio en el marco de un programa de promotoría, que brinde acompañamiento técnico y social a los comités de resiliencia.

Los técnicos promotores fungirán como enlace del gobierno con la comunidad, para facilitar los procesos participativos.

En una primera fase, podrán desplegarse en territorio hasta 30 promotores, constituidos por jóvenes y liderazgos locales, que inicien un proceso de activación social y promuevan la participación de las comunidades realizando acciones en beneficio de las propias.

Dentro de las funciones básicas que realizaría un promotor, se pueden describir las siguientes que se han evaluado de alto impacto en las comunidades:

- Constituir comités de resiliencia comunitaria en las colonias y barrios de Monterrey.
- Cartografía participativa para la identificación de riesgos en la comunidad.
- Implementación de talleres de capacitación para el fortalecimiento de la cultura de la prevención.
- Organización de faenas para el mejoramiento del espacio público y reducción de riesgos.
- Promoción de actividades culturales y ambientales para la reducción de riesgos.

El programa de promotoría tendrá como meta el consolidar estructuras políticas de base social, para que la ciudadanía organice y ejecute acciones en beneficio de sus propias comunidades.

Este proceso social fortalecerá la gobernanza del riesgo ante eventuales situaciones de emergencia o desastre.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

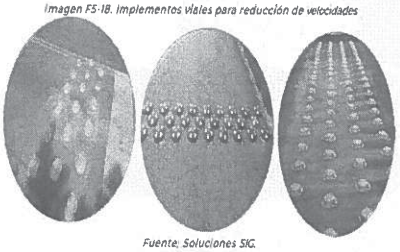
27. Programa Intersecciones Seguras-Glorietas

Con el objetivo de reducir el número de lesionados y muertos en accidentes viales, el Gobierno de Monterrey ha puesto en marcha el programa denominado "50 Intersecciones seguras".

El programa comprende la inversión en la infraestructura vial, el acondicionamiento de cruceros con semaforización para peatones y vehículos, así como también en la ampliación de banquetas.

En el marco de este programa se propone implementar reductores de velocidad en la superficie de rodamiento en torno a las intersecciones viales comprendidas por glorietas.

Imagen F5-18. Implementos viales para reducción de velocidades



Fuente: Soluciones SIG.

Estos elementos en las vialidades permiten moderar la velocidad de los conductores al mantener velocidades de circulación reducidas a lo largo de los tramos viales donde han sido instalados.

Existe una amplia diversidad de estos dispositivos los cuales pueden ser colocados sobre la superficie de rodamiento de las vialidades con el objetivo de aumentar la seguridad.

El análisis de peligro por accidentes terrestres evidenció una importante incidencia de este fenómeno en torno a los cruceros en glorietas.

Se determinó un padrón de 8 glorietas prioritarias a considerarse en el programa, en las que se han manifestado hasta 212 accidentes.

Imagen F5-19. Cruceros de mayor incidencia Elaborado por Soluciones SIG



Fuente: Soluciones SIG.

28. Mitigación de la isla de calor urbana

Se ha determinado que menos del 40% de las vialidades en el municipio cuentan con arbolado.

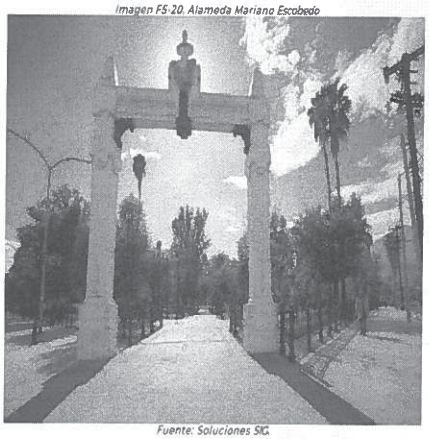
Aumentar la cobertura de arbolado y espacios verdes, habría de priorizarse como una estrategia encaminada a reducir las altas temperaturas causadas por el sobrecalentamiento

de la zona urbana.
Se determinó que, al interior de la zona urbana del municipio, la cobertura de espacios verdes abiertos va del 3 al 10% por kilómetro cuadrado en promedio.

Para amortiguar el calor de la zona urbana, se sugiere aumentar entre un 20 a 30% la cobertura de arbolado urbano, con el objetivo de reducir las temperaturas y aumentar el confort térmico, esto evidenciado con los registros obtenidos entorno al Parque Río de la Silla.

Por la calidad de los doseles y su capacidad de adaptación a suelos pobres, se sugiere la implementación de especies del género juníperos y cipreses, de las cuales hay variedades nativas de la zona, y de las cuales su sistema de raíces no suele afectar a nivel de banquetas, así como también al ser árboles perennes, no generan hojarasca en época seca

Imagen F5-20. Alameda Mariano Escobedo



Fuente: Soluciones SIG.

29. Fauna silvestre

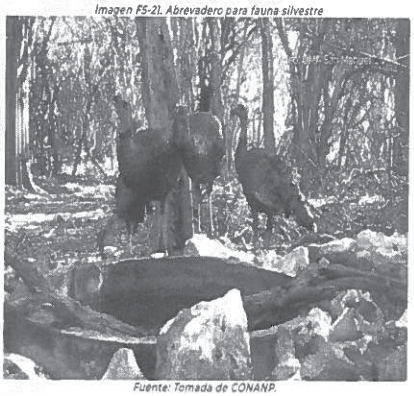
Uno de los fenómenos que se presenta en la ciudad de Monterrey, es la atención de denuncias por fauna silvestre que desciende de las zonas cerriles hacia las zona urbana y habilitación en búsqueda de alimento y agua.

La presencia de esta fauna sugiere un buen estado ecosistémico y de conectividad ecológica que permite a los animales facilitar su tránsito en el territorio, sin embargo, su presencia supone un riesgo de accidentes en vialidades, así como también el riesgo de comportamientos agresivos hacia la población.

Se propone la implementación de una red de abrevaderos en las áreas naturales protegidas de Sierra de la Mitras, Cerro de la Silla y Cumbres de Monterrey las cuales representan casi una tercera parte del territorio municipal.

La implementación de los abrevaderos tendría como objetivo reducir la necesidad de los animales de incursionar a tierras bajas para encontrar fuentes de agua y con ello contribuir a reducir los servicios de los cuerpos de respuesta a este fenómeno.

Imagen F5-21. Abrevadero para fauna silvestre



Fuente: Tomada de CONANP.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

30. Recomendaciones para el gobierno local para la mitigación de riesgos y mejorar la resiliencia urbana

En esta sección se identifican las áreas donde se pueden desarrollar mayores competencias para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de manera eficiente ante las amenazas identificadas en el Sistema de Indicadores de Resiliencia Urbana del municipio de Monterrey. Las recomendaciones derivadas de esta identificación son fundamentales para fortalecer la resiliencia urbana, ya que permiten identificar las áreas de oportunidad para mejorar la gestión integral de riesgos y el manejo de desastres. A través de la implementación de medidas preventivas y de mitigación, la ciudad puede resistir y adaptarse de manera más efectiva ante situaciones de emergencia. Las recomendaciones se basan en la identificación de las amenazas y riesgos presentes en el territorio y se incluyen estrategias específicas para mejorar la capacidad de recuperación de la ciudad después de un evento adverso, con el objetivo de minimizar los impactos sociales, económicos y ambientales en la población. Por lo tanto, se recomienda implementar programas de capacitación y entrenamiento para los equipos de emergencia y la población en general, así como fortalecer las capacidades institucionales para la gestión de desastres y la resiliencia urbana.

Eje 1. Capacidad organizacional e institucional para hacer frente a los riesgos para hacer frente a los riesgos

La identificación y gestión de los riesgos en el territorio municipal están fuertemente influenciados por el marco jurídico, normativo y programático que rige la planeación, transparencia y control en la ciudad. Por lo tanto, se recomienda que el municipio implemente una política integral de gestión de riesgos que incluya una legislación armonizada, un programa con estrategias y acciones a corto, mediano y largo plazo, reglamentos y reglas de operación y presupuesto. A través de esta política, el municipio podrá establecer procedimientos y acciones para fortalecer las capacidades institucionales en la gestión de riesgos y resiliencia ante desastres. Además, se deben establecer procedimientos claros de transparencia, información y comunicación vinculados a la gestión integral de riesgos y resiliencia urbana.

La capacidad de organización y coordinación de los diferentes actores involucrados, incluyendo funcionarios locales, metropolitanos, estatales e internacionales, también incide en el riesgo de desastres de la población. Para mejorar la resiliencia en este aspecto, se recomienda implementar las siguientes actividades que proporcionan información relevante para identificar escenarios de riesgos en el municipio por parte de las diferentes instancias del gobierno local.

1. Se recomienda que el municipio tenga procedimientos específicos y claros donde se establezca el proceso de actividades específicas dentro de cada organización, y conocer lo que el funcionario o institución debe hacer. Por lo que se debe enfocar en la elaboración de manuales de procedimientos y planes operativos municipales para la atención de emergencias tanto internas como externas en cada una de las unidades administrativas del municipio.
2. Implementación de un Sistema Integral de Gestión de Ciudades Inteligentes para agilizar y mejorar la gestión entre distintas áreas del gobierno, modernizar y eficientizar los flujos de trabajo, carga de información, trámites, licencias, permisos, realizar búsquedas de información a nivel predio, inmueble o zona, y realizar análisis territoriales a partir de información estadística cartográfica y la actualización de la información en tiempo real. El sistema se puede dividir en módulos por tema o secretaría: Seguridad Pública, Desarrollo urbano, Servicios y Obras públicas, Protección Civil, Movilidad y Transporte, Catastro, Desarrollo Económico, Planeación Territorial, Medio Ambiente, entre otras áreas, donde las distintas áreas y direcciones puedan cargar, visualizar, descargar, modificar o actualizar información. Los tipos de plataformas ligados al sistema que se pueden implementar son los siguientes:

- Plataforma web de gestión y monitoreo territorial.
- Plataforma de participación ciudadana.
- Sistema de información Catastral.
- Tableros como la situación en tiempo real.
- Aplicaciones móviles para el levantamiento de incidencias en tiempo real.

En este último se realizan registros de sucesos, incidentes, hechos en el municipio, zonas de emergencia, hechos de tránsito, zonas de delito en tiempo real, información cartográfica, trámites realizados, solicitudes, licencias, situación de predios, lotes baldíos, etc.

Todo ello integrado en un mismo sistema que permita una adecuada Gestión Integral de Riesgo y mejorar la capacidad de resiliencia urbana del municipio.

3. Fortalecimiento de la organización, autoridad y recursos para satisfacer los requisitos locales en materia de gestión de riesgos y resiliencia mediante la elaboración y/o actualización de los siguientes programas:

- Actualización del Plan de Ordenamiento Metropolitano 2040 o Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de Monterrey.
- Elaboración del Plan Estratégico Monterrey Centro Metropolitano.
- Elaboración del Plan de Recuperación Socio Urbana de Barrios Tradicionales.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

- Elaboración del Plan de Infraestructura Verde.
- Elaboración de la Estrategia de Gestión de Riesgos Municipal.
- Elaboración de la Programa de Ordenamiento Ecológico Local.
- Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico de Nuevo León.
- Actualización del Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Nuevo León.
- Actualización del Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León.

4. Elaboración de un Programa de Protección Civil Municipal y un Plan General de continuidad de operaciones en el marco de una contingencia para el municipio de Monterrey, así como protocolos para la planeación, recuperación y respuesta de emergencias, en el cual las distintas dependencias del ayuntamiento alineen sus actividades.
5. Elaboración de Planes Operativos para la atención y respuesta oportuna de los principales riesgos (en especial asociados a procesos Químico-Tecnológicos, Geológicos, y Socio-Organizativos).
6. Coordinación entre el consejo municipal y estatal de protección civil para la actualización de información y la prevención de riesgos.
7. Fortalecer los vínculos entre las coordinaciones de operación, administración e inspección de Protección Civil.
8. Actualización de Reglamento de Protección Civil para la ciudad de Monterrey.
9. Fortalecimiento del intercambio de información realizado por las instituciones con actividad territorial y Protección Civil del municipio y el orden estatal, mediante mesas de trabajo conjunto, comité de lluvias, proyectos y/o estudios de integración de información de Protección Civil en la actividad territorial municipal.
10. Fortalecer el intercambio institucional a nivel estatal, principalmente con Organismos regularizadores de la tenencia de la tierra estatales, Protección Civil estatal, Registro Público de la Propiedad estatal, Catastro estatal, Procuraduría de Desarrollo Urbano estatal, Instituto de Vivienda y Comisión de Agua estatales. Así como coordinación con el Gobierno Estatal para la creación de un Sistema Estatal de Protección Civil.
11. Fortalecimiento del intercambio de información realizado por las instituciones con actividad territorial y dependencias de orden federal con SEDATU, INSUS, CONAVI, RAN, mediante mesas de trabajo conjunto, comités institucionales, proyectos y/o estudios de integración de información estatal en la actividad territorial municipal.
12. Fortalecer el intercambio institucional a nivel municipal, principalmente Protección Civil con Desarrollo Urbano.
13. Integrar estrategias en materia de gestión de riesgos y alineadas con el Atlas del Riesgos en el Programa Municipal de Desarrollo.
14. Programa de requerimientos de nuevos equipos en un corto y mediano plazo para la sustitución y nuevas adquisiciones.
15. Se requiere del seguimiento del porcentaje de personas capacitas para futuras mejoras del programa.
16. Elaboración de protocolos y diagramas con tiempos de ejecución para la coordinación interinstitucional en el municipio de Monterrey.

Eje 2. Identificación, comprensión y utilización de escenarios de riesgo

Las actividades consideradas en este eje son esenciales para la identificación de escenarios de riesgo en el territorio municipal. Aunque el Atlas de Peligros y Riesgos Municipal actual reconoce las amenazas, peligros, vulnerabilidades y riesgos presentes y futuros, es importante establecer prioridades para abordar las amenazas identificadas y conocer los elementos expuestos para estimar los posibles efectos directos e indirectos de la incidencia de un fenómeno natural o antropogénico en un sitio específico del territorio. Para lograrlo, se proponen las siguientes acciones:

1. Los instrumentos de planeación en materia territorial deben integrar el tema a de gestión integral de riesgos.
2. La zonificación primaria del nuevo Programa Municipal de Desarrollo Urbano deberá integrar áreas de alto riesgo para su elaboración.
3. Elaborar e implementar un programa de limpieza de desagües pluviales en calles y programa de obras de revestimiento de canales.
4. Actualización y seguimiento de la información para la evaluación de las medidas preventivas en materia de protección civil en comercio, industrias y obras de construcción.
5. Actualización y seguimiento de la información paras las evaluaciones de los programas aprobados de protección civil.
6. Actualización y seguimiento de la información para el control y registro de las cédulas de capacitadores en materia de protección civil.
7. Elaboración de inventario de bienes expuestos (inmuebles, equipamiento urbano prioritario en materia de salud, educación, vial, hidráulico, deportivo, etc.) y costos de reposición para identificar el impacto de afectación posible en caso de amenazas en el municipio.
8. Integración de estrategias para una mejor gestión integral de riesgos en el territorio, que vinculen contenido más actual del Atlas de Peligros y Riesgos Municipal y del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Monterrey.
9. Establecimiento de Programa de análisis y toma de información de la situación local de los recursos hídricos del municipio. Actualizable cada trimestre.
10. Instauración de campañas de difusión de la información de la situación local de los recursos hídricos del municipio.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

11. Efectuar programa de registro y mapeo continuo de infraestructura estratégica de posible peligro ante fenómenos Químico-Tecnológicos (ductos, giros económicos con materiales peligrosos) del municipio.
12. Instrumentos actualizables cada trimestre, empleo del sistema digital disponible en el Atlas de Riesgos actual u otro sistema de levantamiento de información.
13. Publicación de las rutas de evacuación existentes en el municipio distinguiendo el tipo de fenómeno y modo de activación.

Eje 3. Capacidad financiera para mejorar la resiliencia

El municipio de Monterrey sugiere desarrollar las siguientes acciones:

1. Equilibrar finanzas públicas municipales y optimizar la calidad en los servicios públicos y aumentar la inversión en infraestructura resiliente.
2. Destinar fondos o presupuestos específicos para la resiliencia urbana.

Para reducir la dependencia del municipio de Monterrey de las aportaciones federales, es necesario implementar sistemas más eficientes para la recaudación de impuestos para brindar servicios públicos, como el suministro de agua, la recolección de residuos y el uso de las vialidades. Además, se recomienda promover la transparencia presupuestal y establecer mecanismos de control para garantizar un gasto eficiente. Para lograr esto, es necesario armonizar la contabilidad y la obtención de financiamientos, regular la deuda pública y establecer tabuladores de sueldos para los funcionarios públicos.

En relación con la segunda acción, se sugiere la implementación de un plan de acción y mecanismos financieros para la prevención, respuesta y recuperación más efectiva ante situaciones de riesgo. Una opción recomendable es la creación de fondos específicos para este propósito, que permitan una gestión eficiente de los recursos destinados a la reducción de riesgos y la resiliencia ante desastres. Estos fondos podrían ser financiados mediante diversas fuentes, como aportaciones del gobierno, donaciones de empresas y organizaciones no gubernamentales, o mediante la participación de la sociedad a través de mecanismos de fondeo colectivo.

1. Crear de un fondo para la adquisición de viviendas para la población, a través de mecanismos de financiamiento público y privados.
2. Crear de un fondo municipal exclusivo para la reconstrucción.
3. Crear de un fondo municipal exclusivo para la mitigación y prevención de riesgos, que permita asegurar un presupuesto anual para medidas de prevención de riesgos.
4. Crear fondo destinados a la atención de emergencias distribuidos en periodos de tiempo y sectores de población que respondan a las necesidades presentes para poder brindar atención oportuna, respuesta adecuada y efectiva en todo el municipio.
5. Crear de planes y programas con mecanismos financieros para la protección social y asistencia financiera tales como: micro financiación para atender las necesidades específicas de la población vulnerable de la ciudad.
6. Contratar de un seguro municipal e incentivos financieros para la transferencia de riesgo, que permita ser una alternativa de financiación en la cual se transfiere los riesgos asociados a un proyecto a una compañía de seguros o reaseguradora.

Eje 4. Diseño y desarrollo urbano resiliente

La forma en que se diseña gestiona y planifica el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial tiene un impacto significativo en la resiliencia del municipio. Con esto en mente, se sugieren las siguientes recomendaciones:

1. Actualizar y publicar el Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU), dentro del diagnóstico de la actualización del PMDU de Monterrey se debe considerar el Atlas de riesgos, así como desarrollar con mayor precisión los riesgos físicos y antropogénicos, se recomienda definir las funciones y responsabilidades para la correcta implementación. Así como incluir directrices, estrategias, acciones y proyectos claros sobre la mitigación de los distintos tipos de riesgo, principalmente por inundación, antropogénicos y deslizamiento de laderas, y bajo consideraciones de una Gestión Integral de Riesgos en la normatividad, planificación y ordenamiento territorial de la ciudad.

2. Para la elaboración de la zonificación primaria el municipio debe considerar los siguientes criterios no considerados:

   a. La identificación y medidas para la protección de las zonas de salvaguarda y derechos de vía, especialmente en áreas de instalaciones de riesgo o sean consideradas de seguridad nacional.
   b. La identificación y medidas para la protección de los polígonos de amortiguamiento industrial.
   c. Además de los ya establecidos: Las áreas que integran y delimitan los centros de población, previendo las secuencias y condicionantes del crecimiento de la ciudad.
   d. Las áreas de valor ambiental y de alto riesgo no urbanizables.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

e. La red de vialidades primarias que estructure la conectividad, la movilidad y la accesibilidad universal, así como a los espacios públicos y equipamientos de mayor jerarquía.
f. Las zonas de conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.
g. La identificación y las medidas necesarias para la custodia, rescate y ampliación del espacio público, así como para la protección de los derechos de vía.
h. Las reservas territoriales, priorizando las destinadas a urbanización progresiva en los centros de población.
i. Las normas y disposiciones técnicas aplicables para el diseño o adecuación de destinos específicos, tales como para vialidades, parques, plazas, áreas verdes o equipamientos de acuerdo con INEGI 2020.

3. Desarrollar una Plataforma para la Gestión del Desarrollo Urbano para la identificación, registro y monitoreo de los asentamientos irregulares. De tal modo que el municipio pueda contar con una identificación espacial o georreferencia, que facilite el control, regulación y mitigación de dichos asentamientos, y una adecuada respuesta ante la presencia de emergencias, contingencias o desastre en la zona de asentamientos irregulares. La implementación de la plataforma contribuirá a agilizar toda la gestión interinstitucional entre el área de Desarrollo Urbano, Protección Civil y Catastro, así como para agilizar respuesta a la ciudadanía. A través de la digitalización y referenciarían espacial de trámites y permisos a nivel predio, el mapeo de trámites, permisos, construcciones nuevas, supervisión en materia de riesgos de las construcciones existentes y verificación de las nuevas construcciones, así como para la identificación de desarrollo urbano en zonas de mayor vulnerabilidad de riesgo.

4. Elaborar un plan de acción estratégico para mitigar los asentamientos irregulares, donde se definan políticas, estrategias, acciones y responsables transversales en materia de vivienda, riesgos, desarrollo urbano, normativos y aspectos socioeconómicos que permitan el control y la regulación del crecimiento y expansión de los asentamientos irregulares. Donde se permita: 1. Gestionar programas de créditos inmobiliarios orientados a la adquisición de vivienda para personas de bajos ingresos y 2. Adquirir suelo y dotarlo de servicios.

5. Contar con un mapeo y georreferenciación de las inspecciones y verificaciones de nuevos desarrollos, equipamientos, infraestructura, industrias y servicios.

1.

6. Elaborar políticas estrategias y programas que fomenten la adquisición de suelo asequible en mercados formales para la población de menores ingresos.

7. Evaluar y dar seguimiento a las acciones de prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales. Así como la elaboración de bases de datos de los registros de asentamientos humanos en zonas de riesgo, que considere características como cantidad de asentamientos, total de superficie (ha), de lotes o terrenos, de población, distinción del tipo de riesgo de posible afectación: hidrometeorológico, geológico, químico-tecnológico, sanitario-ecológico, socio-organizativo, etc.

8. Estudios de reducción de vulnerabilidad y riesgos en áreas de asentamientos humanos en zonas de riesgo.

9. Promover la adopción de los Perímetros de Contención Urbana, como base para la delimitación del crecimiento deseable de las ciudades.

10. Implementación de medidas de mitigación en colonias con alta densidad de asentamientos en zonas de riesgo.

11. Integración de la identificación y medidas para la protección de las zonas de salvaguarda y derechos de vía, especialmente en áreas de instalaciones de riesgo o aquellas consideradas de seguridad nacional en la zonificación primaria y las estrategias en la actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano.

12. Integración estrategias con medidas específicas para la protección de los polígonos de amortiguamiento industrial contenidas en la zonificación primaria en la actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano.

13. Definición de mecanismos para la reubicación y/o regularización de asentamientos humanos irregulares existentes en coordinación con la administración pública estatal encaminadas a consensuar el aseguramiento y delimitación física como zona de riesgo no apta para vivienda, garantizar la ejecución de las sanciones a las personas ubicadas en asentamientos humanos irregulares en zonas de riesgos, planear y ejecutar estrategias generales para impulsar las acciones que garanticen un desarrollo urbano sustentables. Estos mecanismos deben incluirse en la emisión y/o actualización de planes y programas en la materia.

Eje 5. Resiliencia de la infraestructura y edificaciones

Para mejorar la infraestructura y las edificaciones urbanas con el fin de aumentar la resiliencia y el funcionamiento de la ciudad, se sugieren las siguientes acciones:

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

1. Realizar un registro georreferenciado de las construcciones, por ejemplo, equipamientos, caminos, viviendas, hospitales, servicios públicos, etc., que han sido afectados por tipo de desastre. Asimismo, se requiere de la identificación del número de obras reconstruidas, estatus actual. Dichas estadísticas permitirán realizar una evaluación y establecer una estrategia clara para mejorar la resiliencia urbana.

2. Se recomienda la elaboración de planes para la construcción de infraestructura resiliente ante el riesgo, donde se integre un plan de acción y estrategias detalladas para el resguardo y protección de infraestructura y servicios críticos que permita garantizar la continuidad de operaciones. Dicho plan debe incluir una evaluación detallada sobre las condiciones de la infraestructura y servicios e incluir acciones para contar con un mantenimiento adecuado a las instalaciones esenciales como hospitales, escuelas, edificios gubernamentales, subestaciones eléctricas, infraestructura para de agua potable o drenaje, entre otros. A partir del plan de infraestructura resiliente, se recomienda que el Ayuntamiento cuente con un plan de evaluación y monitoreo continuo de la infraestructura y equipamiento.

3. Implementar un sistema inteligente de monitoreo de infraestructura, equipamiento y servicios públicos que permita realizar un seguimiento para el monitoreo, mantenimiento y actualización de la infraestructura de drenaje, agua potable, residuos sólidos, electricidad y equipamiento público. Y una plataforma con información geográfica y con capas de información cargas generadas a partir de los instrumentos vigentes.

4. Evaluar las condiciones de riesgo y protección civil en la infraestructura, equipamiento y servicios públicos; Verificar que cuenten con planes internos de protección civil actualizados;

5. Registrar la infraestructura crítica (IC), por ejemplo, hospitales, escuelas, edificios gubernamentales, etc., mapeada y construida en zonas de bajo riesgo, de acuerdo lo establecido en los reglamentos de construcción y reglamentos para garantizar su continuidad;

6. Evaluar las construcciones a partir de lo establecido en las normas de construcción pertinentes;

7. Crear un inventario de toda la infraestructura fundamental ubicada los límites de la ciudad;

8. Monitorear la construcción de infraestructura esencial en zonas de riesgo.

9. Crear un programa para el mejoramiento de los materiales en la vivienda, de acuerdo con una selección de zonas prioritarias de atención: que permita capacitar, brindar asistencia y financiamiento a la población vulnerable, de tal modo que tenga acceso a mejorar los materiales en la vivienda a través de los distintos programas federales, estatales y la creación de nuevos programas de asistencia social municipal.
   - Dotar de cobertura del servicio de drenaje al 1.1% de las viviendas sin acceso.
   - Dotar de cobertura del servicio de agua potable al 1% de las viviendas sin acceso.
   - Dotar de cobertura del servicio de electricidad al 0.9% de las viviendas sin acceso.
   - Aumentar la cobertura de las luminarias al 100%.

Eje 6. Capacidad social

Las diferentes condiciones sociales en las que vive la población tienen un papel importante en la posible generación de afectaciones ocasionadas por fenómenos perturbadores. El nivel de capacitación y conocimiento de una sociedad para enfrentar estos fenómenos también influye en su posible impacto. Para abordar este aspecto, se proponen las siguientes acciones:

1. Programa para mejorar los equipos médicos para el personal médico, así como la incorporación de la población a los servicios de salud y reducción de carencias en la salud.
2. Programa de ampliación de oportunidades para acceder a la educación básica y reducción de analfabetismo.
3. Programa de mejoramiento de vialidades y espacios públicos con perspectiva de género e inclusión.
4. Fortalecer y dar continuidad a los programas vigentes que implementan estrategias para la reducción la vulnerabilidad social frente a los desastres de la población.
5. Incentivar la participación ciudadana (consulta y de decisión) con voz y voto en la prestación del servicio de agua potable, prevención de la violencia y el delito, gestión de los residuos sólidos urbanos con sesiones trimestrales o semestrales en los comités o juntas vecinales y comités ciudadanos.

Eje 7. Ambiental

La adopción de diferentes medidas para conservar, proteger y restaurar los servicios ecosistémicos relevantes en el territorio municipal, así como la implementación de estrategias para abordar el cambio climático y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, son fundamentales para reducir los riesgos presentes y futuros ocasionados por fenómenos naturales y antropogénicos. Además, estas medidas contribuyen a la creación y conservación de espacios sustentables y resilientes. Para lograr este objetivo, se proponen las siguientes acciones:

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

1. Elaboración de Plan de Gestión Ambiental.
2. Elaboración de un Programa Municipal de Control Urbano y Desarrollo Ambiental.
3. Implementación del Reglamento de Cambio Climático Municipal.
4. Elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) en el municipio.
5. Coordinación intermunicipal y con autoridades estatales para la actualización del Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico para la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico de Nuevo León (Región Cuenca de Burgos).
6. Elaborar un plan o estrategia de saneamiento y drenaje, así como un plan maestro hídrico municipal que permita identificar e intervenir las fugas, modernizar la red de agua potable, el desazolve y limpieza de presas, rehabilitación y recuperación de pozos, construcción de plantas potabilizadoras y promover una cultura de consumo de 14m3/seg por habitante.
7. Elaboración del Programa para la Gestión de Residuos Sólidos donde se permita actualizar y georreferenciar la información sobre las rutas de recolección de residuos sólidos, así como la construcción de centros de acopio para el manejo y separación de residuos sólidos.
8. Elaboración, publicación y gestión de 3 programas de manejo de las áreas naturales protegidas y zonas de alto valor ecológico: Cerro del Topo Chico, Sierra Las Mitras, Sierra de la Silla.
9. Integrar en la zonificación primaria de la actualización del Programa Municipal de
10. Desarrollo Urbano normas y disposiciones técnicas aplicables para el diseño o adecuación de parques y áreas verdes.
11. ubicar e implementación del programa de infraestructura verde o Plan Monterrey el
12. Verde que permita aumentar la superficie de área verde hasta llegar a los 9m2 per cápita.
13. Implementación de una guía y normas de Imagen Urbana y Espacio Público
14. Implementar acciones enfocadas a tecnologías sustentables para inmuebles públicos y privados
15. Establecer programas de acciones de protección ecológica de los centros de población y su crecimiento sustentable.
16. Desarrollar información cartográfica georreferenciada sobre las reservas territoriales existentes.
17. Realizar un inventario georreferenciado preciso de áreas verdes municipales.
18. Fortalecer las medidas de restauración de los ecosistemas para mitigar riesgos actuales y futuros, elaborando Planes de saneamiento para sus principales cuerpos de agua y zonas de alto valor ecológico.

Eje 8. Respuesta adecuada y efectiva

La implementación de estrategias adecuadas para la coordinación, atención y reacción en situaciones de emergencia son fundamentales para reducir el impacto de los desastres y fomentar capacidades resilientes y efectivas para la protección y salvaguarda de los habitantes y sistemas expuestos del territorio. Para mejorar la respuesta en situaciones de emergencia y aumentar la resiliencia, se recomienda llevar a cabo las siguientes actividades:

1. Publicación de un plan de actuación en caso de manifestaciones sociales.
2. Establecimiento de mecanismos de coordinación en la atención de las emergencias por parte del personal de Protección civil estatal y municipal.
3. Fortalecer el monitoreo y mantenimiento continuo de todo el Sistema de Alertamiento de Riesgos a través de la implementación de programas y proyectos de esta índole y en específico de alertamiento en caso de fuga, derrames o explosiones.
4. Incrementar el personal operativo capacitado para la atención de las emergencias en el municipio.
5. Dotar al centro de operaciones con equipo nuevo y capacitar constantemente al personal del centro de operaciones.
6. Establecer planes de atención de personas afectadas por un siniestro, que establezcan partidas de recursos materiales y financieros para dicho efecto.
7. Realizar la instalación y activación de operatividad de los servicios de refugios temporales distribuidos en todo el territorio municipal. Difundir su localización y activación a la ciudadanía.
8. Contar con un registro espacial de los refugios temporales y rutas de evacuación.
9. Implementar programas de distribución de agua en pipas, por problemas en la red debido a desastres naturales.

Eje 9. Recuperación y reconstrucción

En cuanto a la recuperación, rehabilitación y reconstrucción en el municipio, se propone desarrollar una estrategia integral de largo plazo que contemple aspectos financieros y sociales para la reconstrucción y recuperación posterior a un desastre.

1. Establecer una estrategia y plan de recuperación y reconstrucción. Esta estrategia deberá estar en consonancia con los instrumentos de planificación vigentes y definirá funciones y responsabilidades específicas, además de fomentar la participación ciudadana y de los distintos actores involucrados en la reconstrucción y recuperación efectiva. Para asegurar su efectividad, la estrategia estará respaldada por reglas de operación e instrumentos financieros adecuados para la recuperación post desastre.
2. Armonizar el marco jurídico y programático para la recuperación y reconstrucción. Se propone incorporar especificaciones detalladas sobre los procesos de recuperación y reconstrucción en las leyes y reglamentos estatales y municipales de protección civil.

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Además, se deberán incluir estrategias y acciones específicas de recuperación y reconstrucción en los instrumentos de planificación urbana y de riesgos, tales como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, el Atlas de Riesgos y los Programas de Desarrollo Municipal, con el objetivo de garantizar la ejecución rápida y adecuada de los procesos de recuperación y reconstrucción, considerando el enfoque de riesgos.

3. Elaborar protocolos municipales de procesos de recuperación y metodologías para la evaluación post desastre. Es necesario desarrollar protocolos municipales para los procesos de recuperación y establecer metodologías para la evaluación post desastre. Estos protocolos deberán incluir especificaciones detalladas sobre el proceso de recuperación y reconstrucción, así como la aplicación de metodologías e indicadores que permitan al municipio realizar evaluaciones posteriores a los desastres. También se sugiere la implementación de incentivos financieros o instrumentos de regulación para aumentar la cobertura de seguros para las viviendas y promover programas culturales y de concientización ciudadana sobre la importancia de asegurar los inmuebles.
4. Crear incentivos para aumentar la cobertura de seguro en las viviendas: Es recomendable establecer incentivos financieros o mecanismos regulatorios para fomentar la ampliación de la cobertura de seguros para las viviendas. Además, se sugiere promover programas culturales y de concientización ciudadana sobre la importancia de asegurar las propiedades inmobiliarias.

31. Propuesta conceptual e indicadores de adaptación

La adaptación es la respuesta ante los cambios de un medio. Los procesos adaptativos tratan de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. La intervención humana puede facilitar el ajuste ante los cambios o bien incrementar la vulnerabilidad.

Con base en las propuestas metodológicas publicadas por ONU HÁBITAT en el Índice de Ciudades Prosperas, así como a partir del empleo de información de alta calidad proporcionada para la elaboración del Atlas de Peligros y Riesgos de Monterrey, se propone el desarrollo de indicadores que permitan interpretar la capacidad de adaptación y respuesta, en un contexto de los procesos que construyen y dan vida a la ciudad.

Diversidad de usos de suelo

Una ciudad prospera, distribuye los principales actividades urbanos para hacer más eficientes sus sistemas y funciones.

Promoviendo una mayor actividad social y económica, reduciendo las desigualdades entre sectores.



Promedio Municipal

usos/km2

MUY ALTA	23
MUY BAJA	0
BAJA	1
MEDIA	6
ALTA	20
MUY ALTA	71

Diversidad de giros económicos

El paisaje productivo se aglomera a partir de una mayor concentración de unidades económicas al centro del municipio expresando una disparidad hacia la periferia, creando una desventaja de competitividad y aumento en la inversión de tiempo y recursos en el desplazamiento de la población activa.



Promedio Municipal

giros/km2

ALTA	79
MUY BAJA	2
BAJA	8
MEDIA	27
ALTA	89
MUY ALTA	287

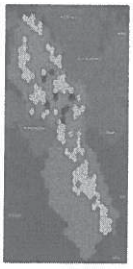
Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA | Protección Civil Monterrey | SOLUCIONES SIG

Diversidad de equipamientos urbanos

La baja densidad en equipamientos supone una afectación directa a la población local, obligándola a trasladarse a zonas centrales para trabajar y acceder a servicios.



Promedio Municipal

equipamientos/km2

MEDIA 4

MUY BAJA 1
BAJA 2
MEDIA 4
ALTA 7
MUY ALTA 11

Densidad de población

La tasa de expansión urbana ha sido más alta que el crecimiento en la población.

Existe un fenómeno de desocupación de las colonias centrales detonando una subutilización de los servicios urbanos mientras que en las periferias se ha incrementado la demanda de servicios.



Promedio Municipal

hab/km2

ALTA 2,822

MUY BAJA 119
BAJA 486
MEDIA 1,616
ALTA 5,092
MUY ALTA 15,793

Densidad de vialidades

El trazo urbano y la conectividad vial facilitan la provisión de servicios básicos, facilitando la productividad y calidad de vida de los habitantes, así como en los niveles de inclusión y equidad social



Promedio Municipal

km/km2

ALTA 11.5

MUY BAJA 1.7
BAJA 4.6
MEDIA 9.3
ALTA 17
MUY ALTA 29.5

El proceso de adaptación es integral, atendiendo las causas estructurales que incrementan las desigualdades, facilitando el acceso a los recursos, por lo que debe ser tendiente a igualar la heterogeneidad en la composición y distribución de elementos urbanos estratégicos.

Es en este contexto que se puede representar la heterogeneidad de la composición urbana del municipio de Monterrey, con base en los elementos que pudiesen suponer facilitar la capacidad de respuesta ante impactos agudos y tensiones crónicas.

Obteniendo como resultado unidades territoriales que comprenden una relativa homogeneidad en su composición respecto a la estructura del resto de la ciudad.

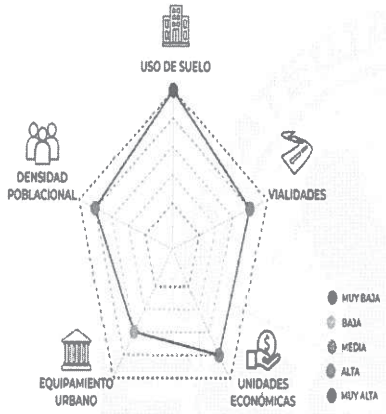
MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

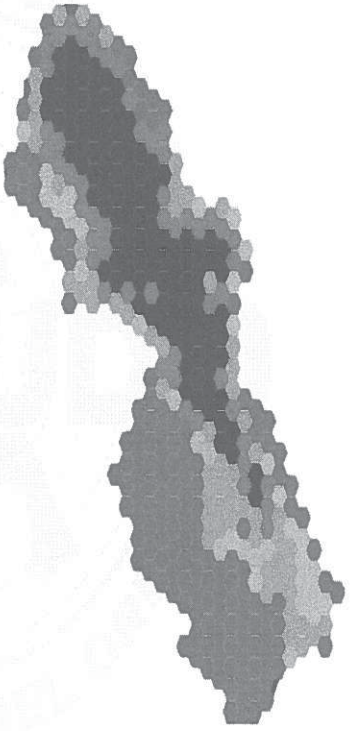
Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

Imagen F5-22. Valores medios del municipio de Monterrey



Elaborado por Soluciones SIG.

Indicador de la Capacidad Adaptativa



398

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

32. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Rivera, Noé. (2015). Percepción remota como herramienta de competitividad de la agricultura. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(2), 399-405. Recuperado en 04 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000200014&lng=es&tlng=es.
- Alcántara, I. (2000) Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. Investigaciones Geográficas, 1(41).
- Ballester, Ferran (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. Revista Española de Salud Pública, vol. 79, núm. 2, marzo-abril, pp. 159-175. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad Madrid, España
- Bautista, F. (2023). El karst de México. Asociación Mexicana de Estudios sobre el Karst, Ciudad de México
- Canseco AL, Sosa O, Gómez R, Campos A. (2014) Partículas Atmosféricas PM2.5 y su asociación con enfermedades respiratorias en la ciudad de Chihuahua, México.
- CENAPRED. (2023). Atlas Nacional de Riesgos. Gobierno de México. Disponible en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html
- CENAPRED. (2006). Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. México D.F: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED, (2015) Generación de insumos para el Atlas Nacional de Riesgos. Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas.
- CENAPRED (2014). "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Geológicos". Serie: Atlas Nacional de Riesgo
- CENAPRED. (2006). Guía básica para la elaboración de Atlas Municipales de Peligros y Riesgos. México: Cenapred.
- CENAPRED, (2007). Heladas. Recuperado de Fasciculos (en línea) https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/122-FASCCULOHELADAS.PDF
- CENAPRED, (2001) Inestabilidad de Laderas. Serie Fasciculos.
- CENAPRED. (2021). Infografía "Tormentas Eléctricas". Gobierno de México. Disponible en: tormentas eléctricas2020_web (unam.mx)
- CENAPRED, 2021. Información Básica de Peligros Naturales a nivel municipal. Estado Nuevo León, Municipio de Monterrey. (En línea) http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/InformacionBasicaMunicipal/Nuevo%20Le%C3%B3n/19039.pdf
- CENAPRED. (2007). Riesgos Químicos. Serie Fasciculo. Disponible en: cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/133-FASCCULORIESGOSQUMICOS.PDF
- CENAPRED. (2023). Sistema de Consulta de Declaratorias 2000 – 2023. Gobierno de México. Disponible en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/
- CENAPRED (2021) Tormentas Severas. Gobierno de México. Disponible en: Fasc_tormentasSeveras_29jul_2010.indd (unam.mx).
- Chen, Z., Auler, A. S., Bakalowicz, M., Drew, D., Griger, F., Hartmann, J., Jiang, G., Moosdorf, N., Richts, A., Stevanovic, Z., Veni, G., & Goldscheider, N. (2017). The World Karst Aquifer Mapping project: concept, mapping procedure and map of Europe. Hydrogeology Journal, 25(3), 771-785
- CNPC. (2017). Riesgos Sociorganizativos. Obtenido de Historia y clasificación de los fenómenos socio - organizativos: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/213067/Riesgos_Socio-Organizativos_170317.pdf
- CRM. (2000). Informe de la Carta Geológico-Minera Monterrey G14-7 escala 1:250000. Saltillo, Coahuila: Consejo de Recurso Minerales
- CONAGUA. (2020). Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Área Metropolitana de Monterrey, estado de Nuevo León. México: Subdirección General Técnica.
- CONAGUA (2020). Disponibilidad por Acuíferos. Obtenido de Secretaría de Gobierno. Disponible en: https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/nuevo-leon-74849
- CONAGUA. (2020). Estadísticas del Agua en México. Ciudad de México. Disponible en: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2019.pdf
- CONAGUA (2021) Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) Módulo de metadatos geográficos. Recuperado el 15 de abril de 2023 en: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua
- CONAFOR. 2023. Inventario Nacional Forestal y de suelos. Gobierno de México. Disponible en: https://snmf.cnf.gob.mx/infys/
- CONAFOR. (2012). Manual Técnico: Sanidad Forestal: Principales plagas y enfermedades. http://www.conafor.gob.mx:8080/biblioteca/ver.aspx?articulo=77
- Comisión Nacional Forestal. (2019). Sanidad Forestal. https://www.gob.mx/conafor/documentos/sanidad-forestal-27803
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) (2020). Índices de Marginación Urbana.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Cámara de Diputados,Última reforma publicada DOF 28-05-2021
- DataMéxico. (2018). Economía Monterrey. Gobierno de México. Disponible en: https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/monterrey#economy
- Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN a través de su plataforma web del CICESE. Recuperado el 5 de febrero de 2023 en http://clicom-mex.cicese.mx
- Del Toro García, Alejandro. 2023. Petrifican arroyo Los Elizondo, uno de los últimos afluentes vivos de Monterrey, en Reporte indigo [en línea] recuperado el 15 de marzo de 2023 en https://www.reporteindigo.com/reporte/petrifican-arroyo-los-elizondo-uno-de-los-ultimos-afluentes-vivos-de-monterrey/
- Domínguez Gual, María Carolina. (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social. Producción + Limpia, 10(1), 9-21. Recuperado el 22 de marzo de 2023 en

MTY AQUÍ SE RESUELVE

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100001&lng=en&tlng=es.

- Dirección General de Epidemiología. (2022). Informe semanal de enfermedad respiratoria viral. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/691056/INFLUENZA_OVR_SE01_2022.pdf
- Eguiluz, S. Aranda, M. Marrett, R. (2000) Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 53(1).
- El Financiero. 2022. Nube de polvo del Sahara llega a México: ¿Qué zonas resultaran afectadas este fin de semana? [en línea] Recuperado el 26 de febrero de 2023 en https://www.elfinanciero.com. mx/estados/2022/05/22/nube-de-polvo-del-sahara-llega-a-mexico-que-zonas-resultaran-afectadas-este-fin-de-semana/
- Esparza, Miguel. (2014). La sequía y la escasez de agua en México: Situación actual y perspectivas futuras. Secuencia, (89), 193-219. Recuperado en 04 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-03482014000200008&lng=es&tlng=es.
- Estrada-Medina, H., & Álvarez-Rivera, O. (2024). Distribución geográfica y características del medio físico natural de los ambientes kársticos de México. Acta Universitaria, 34, 1-26.
- FAO, 2018. La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. [en línea] recuperado el 15 de febrero de 2023 en https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/
- García-Cueto, O. R., González-Sánchez, A., & Ojeda-Bustamante, W. (2022). Modelación hidráulica en Iber para prevención de inundaciones en la cuenca del río Atoyac, Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 13(3), 159-180. https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i3.1000
- Gobierno de Monterrey. (1 de Julio de 2017). Movilidad. Incidentes viales. Obtenido de Datos Abiertos de Monterrey: https://datos. monterrey.gob.mx/dataset/incidentes-viales
- Gobierno de Monterrey. (23 de abril de 2023). Limpia Monterrey tiradero clandestino, retira 50 toneladas de basura. Obtenido de Servicio Público Monterrey: https://www.monterrey.gob.mx/noticia/ limpia-monterrey-tiradero-clandestino
- González-Sánchez, A., & Ojeda-Bustamante, W. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación en una cuenca urbana. Tecnología y Ciencias del Agua, 8(3), 5-20. https://doi.org/ 10.24850/j-tyca-2017-03-01
- González-Valdés, M., & González-Valdés, J. (2013). La epidemia de cólera en México de 1833. Revista Cubana de Medicina General Integral, 29(6), 646-654. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_ arttext&pid=S1025-02552013000600013
- Gutierrez. R. (2008). Compilation and Production of a Karst map of Mexico. AGU Fall Meeting Abstract.
- Herrera Alanis, José Luis. (2012). Análisis de las olas de calor en la República Mexicana. Tesis que, para optar por el grado de Doctor en Ingeniería. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). (2021) Índice de la competitividad Urbana https://imco.org.mx/indice-de- competitividad- urbana-2021/
- IMTA. (2019). Presas o represas. Disponible en: https://www.imta.gob.mx/images/transparencia-focalizada/presas.pdf
- INEGI. (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales 2021.
- INEGI. (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales 2021. Agua potable y saneamiento
- INEGI. (2021).Censo Nacional de Gobiernos Municipales 2021.
- Ayuntamientos y alcaldías de la Ciudad de México.
- INEGI. (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales 2021. Planeación y gestión territorial
- NEGI. (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales 2021. Protección civil
- INEGI. (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales 2021. Residuos sólidos urbanos
- INEGI (2021b). Censo Población y Vivienda 2020. Gobierno de México. Disponible en: Censo de Población y Vivienda 2020 (inegi.org.mx).
- INEGI (2021). Finanzas públicas estatales y municipales
- INEGI. (1986). Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. México D.F: Instituto Nacional Estadística y Geografía.
- INEGI. (2023). Tabulados interactivo (SAIC). Censos Económicos 2018. Gobierno de México. Disponible en: Tabulados Interactivo (SAIC) Censos Económicos 2019 (inegi.org.mx)
- Instituto Municipal de Planeación de Bahía de Banderas. (IMPLAN). (2020). Perfil de Resiliencia urbana Bahía de Banderas, Nayarit.
- Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN). (2016). Perfil de Resiliencia urbana para la ciudad de León, Guanajuato.
- Jaimes, A., Niño, M., y Reinoso, E. (2015). Regional map of earthquake-induced liquefaction hazard using the lateral spreading displacement index DLL. Springer.
- Ley General De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano, Cámara de Diputados, Última reforma publicada DOF 01-06-2021, https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/ LGAHOTDU_010621.pdf
- Ley General de Protección Civil, Cámara de Diputados, Última reforma publicada DOF 20-05-2021https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgpc.htm
- López González, Francisco Martín, Navarro Navarro, Luis Alan, Díaz Caravantes, Rolando Enrique, Navarro-Estupiñán, Javier, & Cejudo- Espinosa, Luis. (2021). Cobertura vegetal y la distribución de islas de calor/oasis urbanos en Hermosillo, Sonora. Frontera norte, 33, e2088. Epub 13 de septiembre de 2021.https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2088
- Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015- 2030. Naciones Unidas, https://www.unisdr.org/files/43291_ spanishsendaiframeworkfordisasterri. pdf
- Montalvo Arrieta Juan Carlos (2009). El potencial de riesgo sísmico en el noreste de México y sus implicaciones en la zona metropolitana de Monterrey, N. L. Ciencia UANL, Vol.

XII, Núm. 4, octubre-diciembre, 2009, pp. 398-408 Universidad Autónoma de Nuevo León México

- Montalvo, J. Chávez, C. Velasco, F. Navarro, I. (2010) Causes and effects of landslides in the Monterrey Metropolitan area, NE Mexico. ResearchGate. Febrero 2010, 2.
- Naciones Unidas (2012). Como desarrollar ciudades más resilientes. Un manual para líderes de los gobiernos locales. Una contribución a la Campaña Mundial 2010-2015
- NOAA. (2023). Huellas Históricas de Huracanes , Obtenido de Historical Hurricane Tracks: https://coast.noaa.gov/hurricanes/#map=4/32/-80
- ONU (2018). Índice de las Ciudades Prósperas, CPI, México 2018. https://onuhabitat.org.mx/index.php/indice-de-las-ciudades- prosperas-cpi-mexico-2018
- Organización Meteorológica Mundial. 2022. Tormentas de polvo y arena. [en línea] Recuperado el 4 de marzo de 2023 en https://public. wmo.int/es/nuestro-mandato/esferas-de-inter%C3%A9s/medio- ambiente/tormentas-de-arena-y-polvo
- Ortega-Gaucin, David. (2018). Medidas para afrontar la sequía en México: Una visión retrospectiva. Revista de El Colegio de San Luis, 8(15), 77-105. Recuperado en 04 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2018000100077&lng=es&tlng=es.
- Pest Gone. (2022). Fumigación de cucarachas en Monterrey. Recuperado el 19 de mayo de 2023, de https://pestgone.com.mx/ fumigacion-de-cucarachas-en-monterrey/
- Protección Civil Monterrey (2023). Antecedentes históricos de contingencias, desastres, lluvias intensas, afectaciones por huracanes, incendios forestales, eventos masivos socio-organizativos y bajas temperaturas en Nuevo León. Documentación recopilada el 10 de marzo de 2023, Monterrey, Nuevo León.
- Reyes, C., Flores, C., Pacheco, M., López, O., & Valerio Ruiz y Zepeda, O. (2006). Evaluación Simplificada de la vulnerabilidad de la vivienda unifamiliar ante sismo y viento. México: Cenapred.
- Rodríguez Palacios, Eduardo. 2020. Es Río Santa Catarina un sistema de defensa natural en Vida Universitaria, Periódico de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [en línea] recuperado el 14 de febrero de 2023 en https://vidauniversitaria.uanl.mx/expertos/es-rio-santa- catarina-mty-un-sistema-de-defensa-natural/
- Saffir, H., & Simpson, R. (1969). Escala de huracanes de Saffir- Simpson. Obtenido de Escala de huracanes de Saffir-Simpson: http://www.snet.gob.sv/ver/seccion+educativa/meteorologia/huracanes/categorias/#:~:text=La%20categor%C3%ADa%201%20es%20la,que%20250%20km%2Fh),&text=T%C3%ADpicamente
- Sassa, K. Guzzetti, F. Yamagishi, H. Arbanas, Z. Casagli, N. McSaveney, M. Dang K. (2018) Landslide Dynamics. Springer International.
- Salinas-Jasso, J. A., Ramos-Zuñiga, L. G., & Montalvo-Arrieta, J. C. (2019). Regional landslide hazard assessment from seismically induced displacements in Monterrey Metropolitan area, Northeastern Mexico. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 78(2), 1127-1141. https://doi.org/10.1007/s10064-017-1087-3
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). (2016). Guía de Resiliencia Urbana. México
- Secretaría de Salud. (s.f.). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/ sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica
- SEMARNAT. (2018). Monumento Natural el Cerro de la Silla. Gobierno de México. Disponible en: https://www.gob.mx/publicaciones/ articulos/monumento-natural-el-cerro-de-la-silla?idiom=es
- Tello-Cifuentes, Lizette, & Díaz-Paz, Jean P. (2021). Análisis de la contaminación ambiental usando técnicas de teledetección y análisis de componentes principales. TecnoLógicas, 24(50), 22-41. Epub March 01, 2021.https://doi.org/10.22430/22565337.1710
- Universidad Metropolitana de Monterrey. (2020). Epidemias del pasado y actuales en la metrópoli regiomontana: la fiebre amarilla y el COVID-19. https://www.umm.edu.mx/blog/epidemias-del-pasado-y- actuales-en-la-metropoli-regiomontana-la-fiebre-amarilla-y-el- covid-19
- Vidal et al. (2017). Atlas Nacional de México. UNAM, Instituto de Geografía. Disponible en http://www.publicaciones.igg.unam.mx/ index.php/ig/catalog/book/154
- Zenteno, José Ramiro. 2023. Antecedentes históricos de contingencias, desastres, lluvias intensas, afectaciones por huracanes, incendios forestales, eventos masivos socio-organizativos y bajas temperaturas en Nuevo León. Documentación recopilada el 10 de marzo de 2023, Monterrey, Nuevo León.

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027

Gobierno de Monterrey | Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana | Protección Civil Monterrey | Soluciones SIG

AGRADECIMIENTOS

Al H. Ayuntamiento de Monterrey, Nuevo León, a través de las áreas, dependencias e instituciones municipales que participaron en materia de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos, por su colaboración, disposición y acompañamiento durante las distintas etapas que hicieron posible la elaboración del presente proyecto.

De manera especial, se expresa un amplio reconocimiento y agradecimiento al Mtro. Daniel Betancourt Saldaña, Director de Protección Civil de Monterrey, por su liderazgo, visión y compromiso para impulsar y encabezar el desarrollo del presente proyecto, así como por su disposición para fortalecer las acciones encaminadas a la prevención, reducción y gestión integral de los riesgos en el municipio.

Asimismo, se reconoce y agradece la valiosa participación de la Arquitecta Marcela Saraí Arrazola Margain, por su apoyo técnico en campo y su contribución en las distintas etapas de desarrollo del proyecto, aportando su experiencia y capacidad técnica para el análisis, integración, coordinación y consolidación de los trabajos realizados.

Se extiende un especial agradecimiento a las dependencias y áreas técnicas del Municipio de Monterrey, particularmente al Instituto Municipal de Planeación Urbana y Convivencia de Monterrey (IMPLANC), a la Secretaría de Desarrollo Urban, a la "Secretaría de Servicios Públicos y a la Secretaría de Obras Públicas, por su colaboración y apoyo técnico, así como por la disposición para proporcionar información, conocimientos especializados, criterios técnicos y acompañamiento durante el desarrollo del proyecto. Sus aportaciones fueron fundamentales para fortalecer el análisis territorial, la integración de información y la consolidación de los resultados obtenidos.

De igual manera, se reconoce la participación de las distintas instituciones, organismos, especialistas, personas servidoras públicas y colaboradores que, desde sus respectivos ámbitos de competencia y experiencia, contribuyeron con información, conocimientos, observaciones y propuestas para la construcción de este instrumento.

Extendemos también nuestro agradecimiento a la ciudadanía de Monterrey, cuya participación durante los procesos de socialización, consulta y participación ciudadana permitió incorporar conocimientos, experiencias y propuestas desde una perspectiva territorial y comunitaria, contribuyendo al fortalecimiento de los contenidos, alcances y resultados del presente proyecto.

A todas las personas e instituciones que hicieron posible este esfuerzo conjunto, expresamos nuestro más sincero reconocimiento y agradecimiento por su compromiso, colaboración, disposición y valiosas aportaciones, que contribuyen al fortalecimiento de una cultura de prevención, a la reducción de riesgos y a la construcción de un Monterrey más seguro, resiliente y preparado ante los diferentes fenómenos perturbadores.

Equipo Técnico

Soluciones SIG SA de CV

Juan Carlos Calva Ríos
Director General
América Karina Román Nieto
Directora de Operaciones
Jorge Enrique Morales Jiménez
Director de Administración
Juan Carlos Cárdenas Mendoza
Líder de Proyectos de Riesgos
Daniel Núñez Trasobares
Especialista en Geología e Hidrología
Jesús Reyes Castillo
Especialista en Geofísica y Climatología
Alejandro Calvo Rivera

Gobierno de Monterrey

2024 – 2027



MONTERREY, NUEVO LEÓN A 16 DE OCTUBRE DE 2026

ATENTAMENTE

C. ADRIÁN EMILIO DE LA GARZA SANTOS
PRESIDENTE MUNICIPAL DE MONTERREY, NUEVO LEÓN

Lo anterior de conformidad en el artículo 35 apartado A, fracción XII de la Ley de Gobierno Municipal del Estado de Nuevo León. Acuerdos aprobados por el Ayuntamiento de Monterrey, el 16 de octubre 2026. Doy fe. ----------



http://sistec.nl.gob.mx/Transparencia_2015_LyPOE/Acciones/PeriodicoOficial.aspx