

Estrategia Municipal para la Acción Climática

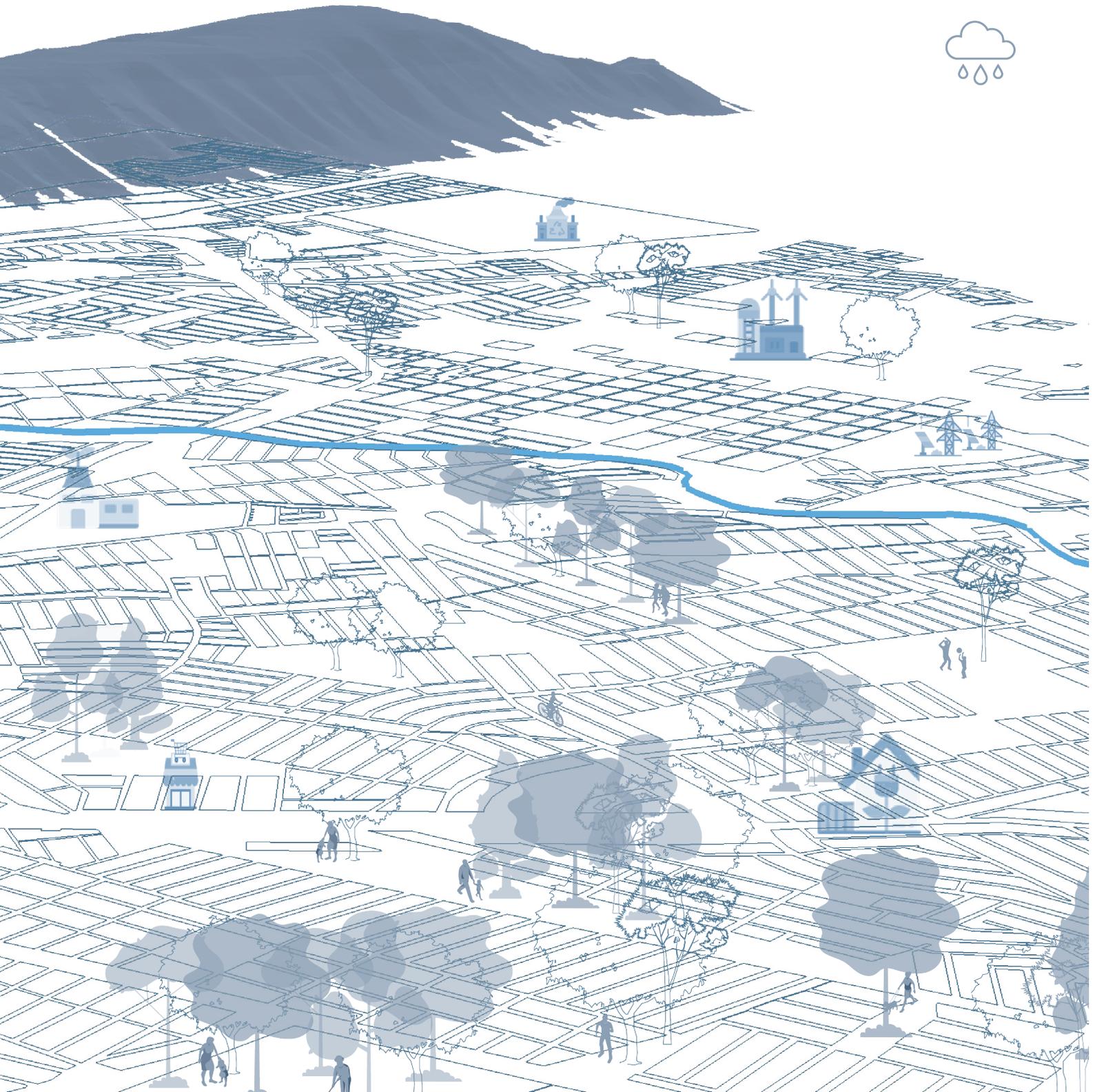


ONU HABITAT
POR UN MEJOR FUTURO URBANO

SAN NICOLÁS
GOBIERNO DE LA CIUDAD

de San Nicolás de los Garza

SNG 2030



SNG 2030

ONU  HABITAT
POR UN MEJOR FUTURO URBANO



Estrategia Municipal para la Acción Climática

de San Nicolás de los Garza

SNG 2030

ONU HABITAT
POR UN MEJOR FUTURO URBANO



Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza

Ciudad de México, agosto de 2023.

Todos los derechos reservados ©2023.

Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat)
Oficina para México y Cuba
www.onuhabitat.org.mx

Licencia Creative Commons
Atribución-No Comercial-Sin Derivadas

Esta licencia permite descargar la obra y compartirla dando los créditos a ONU-Habitat, pero no cambiarla de forma alguna ni usarla de forma comercial.

Las denominaciones usadas y la presentación del material de este informe no expresan la opinión de la Secretaría de las Naciones Unidas en lo referente al estado legal de ningún país, territorio, ciudad o área, o de sus autoridades. Ni tampoco en lo que se refiere a la delimitación de sus fronteras o límites, ni en lo relacionado con su sistema económico o nivel de desarrollo. Los análisis, conclusiones y recomendaciones del informe no reflejan necesariamente los puntos de vista del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ni de su Consejo de Administración, ni de sus Estados Miembros.

HS Number: HS/051/21S

Para citar:

Landa, R. & D. García. (2023). Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ONU-HABITAT. Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Ciudad de México. México. 430 pp.

Créditos

Gobierno Municipal de San Nicolás de los Garza

Daniel Carrillo Martínez Presidente municipal de San Nicolás de los Garza, N.L.

Coordinación y gestión del proyecto

Alicia Avendaño Lozano Director de Proyectos Estratégicos y titular Unidad de Protección Ambiental y Cambio Climático

Miguel Pérez Meseguer Secretario Técnico

Equipo municipal

Jesús Marcos García Rodríguez Secretaria de Ayuntamiento

Rolando Oliverio Rodríguez Hernández Secretaria de Finanzas y Tesorería

Carlos Alberto Villareal Cantú Coordinación Estratégica de Gabinete

César Santos García Secretaria de Desarrollo Humano

Celina del Carmen Hernández Garza Secretaria de Participación Ciudadana

Rubén López Lara Secretaria de Obras Públicas y Desarrollo Urbano

Alfredo Gaona Cervantes Secretaria de Servicios Públicos

José Martín Doría Mata Secretaria de Seguridad Pública

Gabriela González Rodríguez Contraloría Municipal

Pedro Medina Flores Secretaria de Movilidad

Gregorio García Hernández Dirección General de Salud

Mercedes C. García Mancillas Dirección General de Bienestar Social

Eduardo Alan Campos Villarreal Instituto de Planeación y Desarrollo Municipal

Jorge Camacho Rincón Protección Civil y Bomberos

ONU-Habitat

Maimunah Mohd Sharif Secretaria General Adjunta de las Naciones Unidas y Directora Ejecutiva de ONU-Habitat

Elkin Velásquez Monsalve Representante Regional para América Latina y el Caribe

Coordinación y gestión del proyecto

Eugenia De Grazia Oficial de programa

Samie Raichs Tovany Consultora para el desarrollo de programa y proyectos y responsable del proyecto

Equipo técnico del proyecto

Autores

Rosalva María Antonieta Landa Ordaz Especialista en Medio Ambiente y Cambio Climático

Dulce Yurini García Sánchez Analista en Medio Ambiente y Cambio Climático

Luis Ángel Flores Hernández Analista Urbanista Senior

Juan Manuel Campa González Analista en Espacio Público y participación

Marco Antonio Muñoz González Analista en Sistemas de Información Geográfica e Indicadores Urbanos

Asesores técnicos

Elisa Iraís Meza Noguez Asesora

Mónica Martínez Herrera Consultora en análisis y modelación climáticos

Daniela Chong Lugon

Fernando Rementería Méndez Equipo técnico del Urban Lab

Alina Koschmieder

Administración y comunicación

César Vega Especialista en administración y finanzas

Nataly Vega Arroyos Analistas de administración y finanzas

Bryan Gregorio Carreño

Bryan René Alvarado Asistente de informática y soporte técnico

Héctor Bayona Acosta Coordinador de comunicación

Silvia Espinosa Castillo Analista en comunicación digital

Mariajosé Montiel Aguilar Diseño y diagramación

Agradecimientos

Por su valiosa colaboración para la elaboración de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza mediante su participación en los talleres participativos y/o entrevistas.

Diego Pérez, Gerardo Mejía, Cristina Martínez, Araceli González, Cristina Hernández, Bernardo Lozoya, Adrián Lozano, Sergio Fernández, Carlos Ramírez, Emma Gómez, Gibrán Quiroga, Eduardo Vázquez, Aldo Ramírez, Alicia Lizárraga, Ricardo Sandoval, Ismael Aguilar Benítez, Alejandra Herrera, Javier Pérez, José Luis Trujillo, María Treviño, Marco Arguiropulos, Edgardo Acosta, Manuel Muzquiz, Gabriel Mata, Andrés Ríos, Luis Pérez, Julieta Leo, Graciela Hernández, Josefina Granados, Rosario Álvarez, Selene Guajardo, Laura Ballesteros, María Elena Espinoza, William Gómez, Daniela Núñez, Erika Vázquez, Cecilia Mota, Sergio Torres, Fabiola Yepes.

De igual manera agradecemos la apreciable contribución de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nuevo León especialmente a su Dirección de Política de Cambio Climático, su Dirección de Registro Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, y su Dirección de Gestión Integral de Residuos; la Dirección General de Parques y Vida Silvestre de Nuevo León, el Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos de Nuevo León, Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), el Colegio de la Frontera Norte (COLEF), el Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C., el Centro del Agua para América Latina y el Caribe del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Secretaría de Sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Pronatura A.C. -NE, Sociedad Sostenible A.C., Sextante, A.C. Agua Capital A.C., el Observatorio Ciudadano de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey (OCCAMM), Parque Ecológico Chipinque.

CONTENIDO

1	Introducción	
1.1	El cambio climático	41
1.1.1	Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible	42
1.1.2	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	44
1.2	Objetivos de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza	48
2	Fundamentos de política nacional	
2.1	Marco jurídico y de planeación	52
2.1.1	Nacional	52
2.1.2	Estatad	56
2.1.3	Metropolitano	58
2.1.4	Municipal	59
2.2	Transversalidad de la acción climática dentro de los instrumentos para la planificación territorial y urbana	61
3	Diagnóstico estratégico	
	para mitigación y adaptación al cambio climático, desde un enfoque técnico y participativo	
3.1	San Nicolás de los Garza	66
3.1.1	Datos generales	66
3.1.2	Clima	82
3.1.3	Riesgos hidrometeorológicos	86
3.1.4	Escenarios esperados de cambio climático	103
3.2	Análisis de emisiones a la atmósfera	121
3.2.1	Calidad del aire	122
3.2.2	Caracterización de emisiones	129
3.2.3	Trayectoria de emisiones acumuladas de GEI y tendencia de neutralidad de carbono	143
3.3	Estimación de vulnerabilidad climática municipal a horizontes cercano (2021-2040) y lejano (2081-2100)	146
3.3.1	Exposición	151
3.3.2	Sensibilidad	158
3.3.3	Capacidad adaptativa	162
3.3.4	Índice de vulnerabilidad climática municipal y por distrito	170

4	Ruta para la Acción Climática	
4.1	Aspectos metodológicos para el diseño de estrategias	181
4.1.1	Revisión de instrumentos y políticas vigentes	182
4.1.2	Análisis de aplicabilidad de líneas de acción a nivel municipal	185
4.1.3	Consulta con agentes clave	187
4.2	Orientaciones Estratégicas para la Acción Climática	190
4.2.1	Estructura de la Estrategia	190
4.2.2	Eje temático 1. Protección Ambiental-Mitigación	195
4.2.3	Eje temático 2. Resiliencia Urbana-Adaptación	209
4.2.4	Eje temático 3. Gobernanza Climática	231
5	Elementos para monitoreo de la Estrategia	
5.1	Fundamentos	247
5.1.1	Mecanismos de monitoreo y evaluación de relevancia climática	248
5.1.2	Bases para el monitoreo de la EMAC-SNG	251
5.2	Indicadores para el monitoreo de la EMAC-SNG	252
5.2.1	Eje temático 1. Protección Ambiental-Mitigación	252
5.2.2	Eje temático 2. Resiliencia Urbana-Adaptación	256
5.2.3	Eje temático 3. Gobernanza Climática	260
5.3	Recomendaciones para la medición de la reducción de emisiones municipales	267
5.3.1	Inventarios municipales de emisiones	269
5.3.2	Herramientas de planificación y evaluación de política pública en materia climática	270
6	Anexos	
6.1	Glosario	272
6.2	Referencias	
6.3	Relación de Anexos	

Índice de figuras

Figura 1. Metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicables a la Estrategia Municipal para la Acción Climática de SNG	43
Figura 2. Comparativa de NDC mexicanas de 2015 y 2020	46
Figura 3. Comparativa de NDC mexicanas de 2015 y 2022	47
Figura 4. Distribución proporcional de usos de suelo en San Nicolás de los Garza	72
Figura 5. Infraestructura verde-azul que provee servicios ecosistémicos según categoría, en el territorio de SNG	77
Figura 6. Climograma con base en promedios de precipitación (mm) y temperaturas mensuales (°C) para el periodo 1985-2010, en Nuevo León	83
Figura 7. Promedio de temperaturas máxima y mínima (°C) para el periodo 1985-2018 en Nuevo León	84
Figura 8. Promedio anual de precipitación acumulada (mm) para el periodo 1985-2018, en Nuevo León	84
Figura 9. Temperaturas históricas y promedio según estación metereológica en San Nicolás de los Garza (°C) para el periodo 1951-2010	85
Figura 10. Precipitación media anual (mm) según estación metereológica para el periodo 1951-2010	87
Figura 11. Nivel de riesgo de eventos hidrometeorológicos en San Nicolás de los Garza	87
Figura 12. Cantidad de declaratorias por tipo y por año, durante el periodo 2000-2020 en SNG	89
Figura 13. Cantidad de declaratorias por evento y por año, durante el periodo 2000-2020 en SNG	89
Figura 14. Proporción de declaratorias por tipo de evento en el periodo 2000-2020 en San Nicolás de los Garza	90
Figura 15. Resumen de lluvias extremas proyectadas por día y hora en San Nicolás de los Garza	91
Figura 16. Resumen de temperaturas máximas (°C) proyectadas a través del método de Gauss-Gumbel para SNG	96
Figura 17. Sequías declaradas en el periodo 2005-2021 en SNG	100
Figura 18. Resumen de temperaturas mínimas proyectadas a través del método de Gauss-Gumbel según estación meteorológica y periodos de retorno para SNG	101

Figura 19. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de precipitación en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza	106
Figura 20. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la Temperatura media anual en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza	108
Figura 21. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la Temperatura mínima en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza	110
Figura 22. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura máxima en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza	112
Figura 23. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura mínima extrema en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza	114
Figura 24. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura máxima extrema en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza	116
Figura 25. Resumen de temperaturas y precipitaciones promedio por escenarios climáticos para SNG	119
Figura 26. Resumen de variación de temperaturas y precipitaciones promedio por escenarios climáticos para SNG	120
Figura 27. Tendencia de días sobre valores límites de partículas PM	127
Figura 28. Comparativa municipal de días sobre la norma de partículas criterio	127
Figura 29. Contribución porcentual de cada sector a las emisiones totales de CO2 en Nuevo León	136
Figura 30. Modelación aproximada de las emisiones de competencia municipal en San Nicolás de los Garza	142
Figura 31. Comparativa de la contribución de emisiones anuales por actividad económica en San Nicolás de los Garza	143
Figura 32. Trayectoria estimada municipal de emisiones acumuladas por sector al año 2070. Modelo business as usual	144
Figura 33. Trayectoria de emisiones acumuladas de GEI y tendencia de neutralidad de carbono para San Nicolás de los Garza	145
Figura 34. Principales conceptos para mitigación y adaptación climática	147
Figura 35. Proporción de población mayor de 65 años, por rango de edad en SNG.	159
Figura 36. Distribución porcentual de elementos por tipo de infraestructura verde en el territorio de SNG	162

Índice de tablas

Figura 37. Estructura del análisis de vulnerabilidad al cambio climático de SNG	171
Figura 38. Resultados de exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad climática por distrito en SNG	172
Figura 39. Etapas de construcción de la Ruta para la Acción Climática de la EMAC-SNG	182
Figura 40. Estrategias para la acción climática de San Nicolás de los Garza, clasificadas por eje temático y materia	192
Figura 41. Estructura jerárquica de los componentes de política pública de la EMAC-SNG	193
Figura 42. Estructura de los ejes temáticos de la EMAC-SNG	194
Figura 43. Estructura del eje temático Protección Ambiental-Mitigación de la EMAC-SNG	196
Figura 44. Estructura del eje temático Resiliencia Urbana-Adaptación de la EMAC-SNG	209
Figura 45. Estructura del eje temático Gobernanza Climática de la EMAC-SNG	232

14

Tabla 1. Instrumentos normativos aplicables en la EMAC-SNG	51
Tabla 2. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la AUM	73
Tabla 3. Caracterización de infraestructura verde según categorías en SNG	75
Tabla 4. Descripción de infraestructura azul según categorías en SNG	76
Tabla 5. Evaluación de servicios ecosistémicos según nivel de contribución y potencial de provisión por tipo de servicio, en SNG	79
Tabla 6. Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire	123
Tabla 7. Inventarios y registros sobre las emisiones a la atmósfera aplicables	130
Tabla 8. Contribución en mg/año de emisiones por fuente a nivel estatal. Año base 2013	131
Tabla 9. Contribución porcentual de emisiones por fuente a nivel metropolitano	132
Tabla 10. Contribución porcentual de emisiones por fuente a nivel metropolitano. Año base 2013	133
Tabla 11. Contribución mg/año de emisiones por fuente a nivel metropolitano. Año base	133
Tabla 12. Contribución porcentual de emisiones por fuente a nivel metropolitano. Año base 2018	134
Tabla 13. Contribución de emisiones por fuente y compuesto a nivel metropolitano. Año base 2018	134
Tabla 14. Contribución porcentual de emisiones por sector a nivel estatal. Año base 2013	136
Tabla 15. Contribución porcentual de emisiones por sector a nivel metropolitano. Año base 2013	137
Tabla 16. Emisiones porcentuales de COV por categoría en San Nicolás de los Garza 2015	139
Tabla 17. Emisiones totales anuales por categoría de contaminantes atmosféricos para el periodo 2015-2019 en el municipio San Nicolás de los Garza	140
Tabla 18. Distritos urbanos en San Nicolás de los Garza	148

15

Índice de mapas

Tabla 19. Relación de indicadores empleados para el análisis de vulnerabilidad climática del municipio SNG por factor y categoría	150
Tabla 20. Relación de distritos de acuerdo con los resultados de los factores de exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y del índice de vulnerabilidad climática en SNG	179
Tabla 21. Comparativa estratégica de instrumentos programáticos nacionales, estatales y locales vinculados con acción climática	184
Tabla 22. Matriz de evaluación: potencial de replicabilidad local de programas nacionales y estatales en la política municipal para la acción climática de San Nicolás de los Garza	186
Tabla 23. Reactivos y resultados de encuesta ciudadana sobre espacio público, realizada en Internet	188
Tabla 24. Relación de actores participantes en ejercicio de consulta de la EMAC-SNG	179
Tabla 25. Materias y sectores para la acción climática reconocidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio San Nicolás de los Garza	191
Tabla 26. Indicadores de monitoreo de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030, aplicables para la medición y seguimiento de la EMAC-SNG	249
Tabla 27. Indicadores de monitoreo la EMAC-SNG del eje temático Protección Ambiental-Mitigación	252
Tabla 28. Indicadores de monitoreo la EMAC-SNG del eje temático Resiliencia Urbana Adaptación	256
Tabla 29. Indicadores de monitoreo la EMAC-SNG del eje temático Gobernanza Climática	260
Tabla 30. Formas y herramientas metodológicas de utilidad para la medición de emisiones	268

16

Mapa 1. Localización regional de la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM) y del municipio San Nicolás de los Garza (SNG), Estado de Nuevo León, México	66
Mapa 2. Topografía y relieve en SNG	68
Mapa 3. Distribución de tipos de suelo en SNG	69
Mapa 4. Distribución de subcuencas de la RHA-VI Bravo-Conchos (río San Juan)	70
Mapa 5. Red hidrográfica de la subcuenca del río Pesquería	70
Mapa 6. División de microcuencas en SNG	71
Mapa 7. Distribución de usos de suelo en San Nicolás de los Garza	72
Mapa 8. Distribución de las ANP en la AUM y localización de SNG	73
Mapa 9. Distribución de elementos de infraestructura verde y azul en el territorio de SNG	74
Mapa 10. Distribución de los tipos de clima en la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM)	82
Mapa 11. Distribución de régimen de lluvias en SNG	86
Mapa 12. Modelo de flujos superficiales	92
Mapa 13. Modelo de inundaciones pluviales urbanas para un periodo de retorno de 5 años	93
Mapa 14. Modelo de inundaciones pluviales urbanas para un periodo de retorno de 100 años	93
Mapa 15. Modelo de inundaciones fluviales (vuelo superficie) por profundidad máxima para un periodo de acumulación de 24 horas sobre los arroyos Topo Chico y Los Pinos, periodo de retorno de 5 años	94
Mapa 16. Modelo de inundaciones fluviales (vuelo superficie) por profundidad máxima para un periodo de acumulación de 24 horas sobre los arroyos Topo Chico y Los Pinos, periodo de retorno de 100 años	95
Mapa 17. Susceptibilidad a sequías TR05 y TR50	97
Mapa 18. Disponibilidad de agua superficial por balance hídrico. Acuíferos y disponibilidad de agua subterránea	98

17

Mapa 19. Acuíferos y disponibilidad de agua subterránea	99
Mapa 20. Susceptibilidad a heladas para TR05 y TRI00	102
Mapa 21. Escenarios RCP 4.5 de precipitación para los tres horizontes	105
Mapa 22. Escenarios RCP 8.5 de precipitación para los tres horizontes	105
Mapa 23. Escenarios RCP 4.5 de temperatura media para los tres horizontes	107
Mapa 24. Escenarios RCP 8.5 de temperatura media para los tres horizontes	107
Mapa 25. Escenarios RCP 4.5 de temperatura mínima para los tres horizontes	109
Mapa 26. Escenarios RCP 8.5 de temperatura mínima para los tres horizontes	109
Mapa 27. Escenarios RCP 4.5 de temperatura máxima para los tres horizontes	111
Mapa 28. Escenarios RCP 8.5 de temperatura máxima para los tres horizontes	111
Mapa 29. Escenarios RCP 4.5 de temperatura mínima extrema para los tres horizontes	113
Mapa 30. Escenarios RCP 8.5 de temperatura mínima extrema para los tres horizontes	113
Mapa 31. Escenarios RCP 4.5 de temperatura máxima extrema para los tres horizontes	115
Mapa 32. Escenarios RCP 8.5 de temperatura máxima extrema para los tres horizontes	115
Mapa 33. Simulación de pluma de dispersión industrial desde lote industrial continuo a Estación de Monitoreo Norte 2 en SNG	123
Mapa 34. Plano resumen de las emisiones a la atmósfera a nivel municipal en SNG base 2013	135
Mapa 35. Muestreo de concentración de emisiones, zona industrial universidad	139
Mapa 36. División territorial por distrito en San Nicolás de los Garza	148
Mapa 37. Exposición por peligros hidrometeorológicos (inundaciones, sequías y heladas) para horizonte cercano o corto plazo en SNG	152

18

Mapa 38. Exposición por peligros hidrometeorológicos (inundaciones, sequías y heladas) para horizonte lejano o largo plazo en SNG	152
Mapa 39. Exposición por escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de temperaturas máximas y mínimas históricas para horizonte cercano o corto plazo (2021-2040) en SNG	155
Mapa 40. Exposición por escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de temperaturas máximas y mínimas históricas para horizonte lejano o largo plazo (2081-2100) en SNG	155
Mapa 41. Sensibilidad por vulnerabilidad de la población en SNG	159
Mapa 42. Sensibilidad por infraestructura urbana en SNG	161
Mapa 43. Capacidad adaptativa por ecosistemas y servicios ambientales en SNG	164
Mapa 44. Capacidad adaptativa por condiciones socioeconómicas de la población (educación, salud, vivienda, empleo e ingresos) en SNG	169
Mapa 45. Capacidad adaptativa por respuesta adecuada y efectiva en SNG	172
Mapa 46. Exposición al horizonte cercano	173
Mapa 47. Exposición al horizonte lejano	173
Mapa 48. Sensibilidad para el territorio de SNG	175
Mapa 49. Capacidad adaptativa para el territorio de SNG	176
Mapa 50. Índice de vulnerabilidad, horizonte cercano	177
Mapa 51. Índice de vulnerabilidad, horizonte lejano	177
Mapa 52. Índice de vulnerabilidad por distrito, horizonte cercano	178
Mapa 53. Índice de vulnerabilidad por distrito, horizonte lejano	178

19

Siglas y abreviaturas

AbC	Adaptación basada en Comunidades
AbE	Adaptación basada en Ecosistemas
ANP	Área Natural Protegida
ANVCC	Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático
AUM	Aglomeración Urbana de Monterrey
AVA	Área de valor ambiental
CA	Calidad del Aire
CAI	Clean Air Institute
CEDECO	Centro de Desarrollo de Competencias
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CICES	Common International Classification of Ecosystems Services (Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos)
CMM	Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente
CMUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change)
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED - United Nations Conference on Environment and Development)
CN	Carbono negro
COA	Cédulas de operación anual
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
COP	Conference of the parties (Conferencia de las Partes)
COV	Compuestos orgánicos volátiles
COT	Compuestos orgánicos totales
CFC	Clorofluorocarbonos
CPI	City Prosperity Index (Índice de las Ciudades Prósperas)
CURB	Climate Action for Urban Sustainability Tool (Herramienta de Acción Climática para la Sostenibilidad urbana)
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas

DOF	Diario Oficial de la Federación
EMAC-SNG	Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza
EVI	Espacio verde institucional
FAMM	Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey
FARQ	Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León
FR	Forzamiento radiativo
GEI	Gases de efecto invernadero
GMSNG	Gobierno Municipal de San Nicolás de los Garza
HC	Hidrocarburos no quemados
HFC	Hidrofluorocarbonos
IEAAMM	Inventario de Emisiones Atmosféricas del Área Metropolitana de Monterrey
IEGEI-NL	Inventario de Emisiones GEI para el Estado de Nuevo León
INE	Instituto Nacional de Ecología
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático)
IPU	Inundaciones pluviales urbanas
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
IVC	Índice de vulnerabilidad climática
JICA	Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)
LE	Línea estratégica
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
N/A	No aplica
NAU	Nueva Agenda Urbana
NDC	Nationally Determined Contributions (Contribuciones Nacionalmente Determinadas)
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Índice de vegetación de diferencia normalizada)

NE	Estación de Monitoreo Norte
NOM	Norma Oficial Mexicana
NTE2	Estación de Monitoreo Noreste
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud (WHO-World Health Organization)
ONG	Organización no gubernamental
OMM	Organización Meteorológica Mundial (WMO-World Meteorological Organization)
ONU	Organización de las Naciones Unidas (UN-United Nations)
ONU-Habitat	Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-Habitat- United Nations Human Settlements Programme)
PACMUN	Programa de Acción Climática Municipal
PDCU	Programa de Desarrollo Urbano
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PEC	Perfluorocarbono
PMDU	Plan Municipal de Desarrollo Urbano
PMD	Programa Municipal de Desarrollo
PMPMS	Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación Contra la Sequía
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP- United Nations Environment Programme)
POE	Periódico Oficial del Estado de Nuevo León
ProAire	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
PTAR	Plantas de tratamiento de aguas residuales
RCP	Representative Concentration Pathway (Trayectorias de concentración representativas)
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
RME	Residuos de manejo especial
RSU	Residuos sólidos urbanos
RH	Región hidrológica
RHA	Región hidrológico-administrativa

RPMA	Reglamento municipal de Protección al Medio Ambiente
SADM	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey IPD
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDESU	Secretaría de Desarrollo Sustentable
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEMESAN	Servicios Médicos de San Nicolás de los Garza
S/D	Sin datos
SIMA	Sistema Integral de Monitoreo Ambiental
SMA	Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Nuevo León
SIMEPRODE	Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SNG	San Nicolás de los Garza
SNIA	Sistema Nacional de Indicadores Ambientales
SURGe	Sustainable Urban Resilience for the next Generation (Iniciativa de Resiliencia Urbana Sostenible para la próxima Generación)
TEEB	The Economics of Ecosystems & Biodiversity (Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad)
TR	Periodo de retorno
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UMA	Unidad de manejo ambiental
UMF	Global Urban Monitoring Framework (Marco de Monitoreo Urbano Global)
UNIATMOS	Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales
USCUSS	Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales

Unidades

ha	hectáreas
hab	habitantes
hab/km²	habitantes por kilómetro cuadrado
km	kilómetros
km²	kilómetros cuadrados
m	metros
m²	metros cuadrados
m³	metros cúbicos
msnm	metros sobre el nivel del mar
MWh	mega Watt por hora
ppm	partes por millón
t	toneladas
MtCO₂e	tonelada métrica equivalente de bióxido de carbono
viv	viviendas

Prólogo

San Nicolás de los Garza

En un mundo cada vez más interconectado y globalizado, el cambio climático se ha convertido en uno de los desafíos más apremiantes de nuestra generación y las futuras. Las consecuencias de este fenómeno se hacen evidentes en cada rincón del planeta, amenazando la estabilidad de los ecosistemas, la salud humana, la economía y la supervivencia de numerosas especies.

Ante esta innegable realidad, es fundamental que como sociedad nos unamos para enfrentar y mitigar los efectos del cambio climático. En este sentido, el presente programa de acción climática surge como una respuesta concreta y decidida para hacer frente a esta crisis que nos afecta a todos.

Nuestro objetivo principal es concientizar y movilizar a individuos, comunidades, empresas y gobierno en la adopción de medidas sostenibles que promuevan la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación a los cambios climáticos inevitables.

A lo largo de este programa, exploraremos diferentes áreas de acción: desde la promoción de energías limpias y renovables, hasta la conservación de los recursos naturales, la gestión responsable de residuos y la implementación de políticas públicas que fomenten la sostenibilidad.

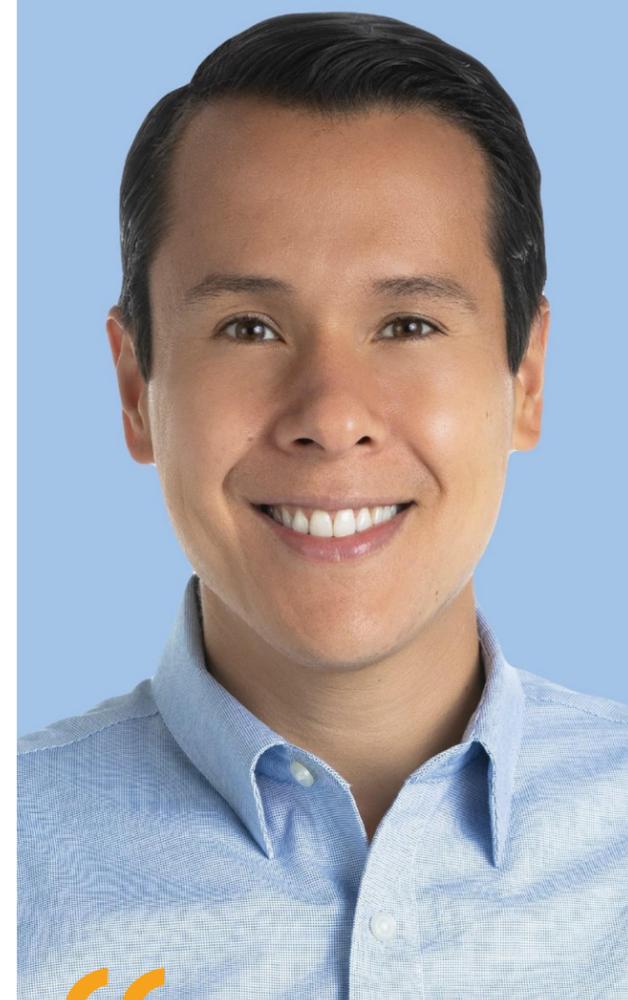
No podemos permitirnos ser meros espectadores de este desafío global. Cada uno de nosotros tiene el poder y la responsabilidad de contribuir a la construcción de un futuro más sostenible, equitativo y resiliente.

En este sentido, este Programa de Acción Climática busca inspirar, informar y capacitar a todos los interesados en tomar medidas concretas para proteger y preservar nuestro planeta. A través de entrevistas, documentales y testimonios de expertos en el tema, exploramos las soluciones existentes y los desafíos a los que nos enfrentamos.

El tiempo apremia. Cada día que pasa sin actuar es un día perdido en la lucha contra el cambio climático. Por esta razón, es fundamental que cada uno de nosotros se involucre y se comprometa a ser parte de la solución.

Este Programa de Acción Climática es solo el comienzo. Depende de todos nosotros mantener el impulso y trabajar juntos para lograr un futuro sostenible para las generaciones venideras.

Necesitamos actuar para mantenernos como la mejor opción de ciudad que ofrece la "mejor calidad de vida". En nuestras manos está el poder de cambiar el rumbo de nuestra historia y garantizar un planeta habitable para todos. ¡Es hora de actuar!



**No podemos
permitirnos ser meros
espectadores de
este desafío global.**

Daniel Carrillo Martínez

Presidente Municipal de San Nicolás de los Garza

Prólogo

ONU-Habitat

A lo largo de la historia, distintas ciudades y comunidades han colaborado conjuntamente para hacer frente a diversos desafíos globales. No obstante, la cooperación coordinada entre ciudades no era tan vital como resulta en el presente, para abordar uno de los mayores desafíos que ha afrontado la humanidad: el cambio climático.

Globalmente, el cambio climático ha evidenciado tener un impacto considerable en la vida y el desarrollo de las ciudades. Conocemos el aumento y la intensificación de fenómenos meteorológicos como sequías, inundaciones y heladas que, junto con otros efectos como el de las epidemias, han incrementado de manera significativa las necesidades y los retos en infraestructura, vivienda, medios de sustento y salud de las ciudades.

Se estima que las ciudades, sobre todo las del Norte Global, son responsables del 70 % al 75 % de las emisiones mundiales de bióxido de carbono, principalmente debido a los cambios en el uso del suelo, la industria y el transporte. No es una casualidad que las ciudades deban ser foco de atención para la implementación de medidas destinadas a proteger la vida

urbana frente a los riesgos climáticos, al mismo tiempo que también juegan un papel importante en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En la actualidad, reconocemos a las ciudades como un escenario principal para fomentar el desarrollo sostenible de las comunidades. El escenario urbano también es un área de oportunidad para la descarbonización de la economía, la mejora de las condiciones atmosféricas y la disminución de la vulnerabilidad social frente al cambio climático. Todo esto sin perder de vista que alcanzar la neutralidad de carbono en las ciudades no debería incidir en su crecimiento económico e industrial.

En ese contexto, diversas agendas y acuerdos han establecido metas y objetivos globales para equilibrar las necesidades sociales, económicas y ambientales de las poblaciones y los asentamientos humanos. Hay grandes esfuerzos para contribuir desde las ciudades a la mitigación y a la adaptación al cambio climático, sin comprometer el desarrollo de las naciones. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la Nueva Agenda Urbana, el Acuerdo de París y el Marco de Sendai

para la Reducción del Riesgo de Desastres promueven que el desarrollo local integre acciones concretas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el fortalecimiento de la capacidad de resiliencia de los sistemas humanos y la reducción de las pérdidas derivadas de los riesgos climáticos.

Para ello, es fundamental que los diversos sectores de la población se interesen e involucren en la construcción de infraestructuras adaptativas, la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, el fortalecimiento de las capacidades institucionales, la coordinación intersectorial y el fortalecimiento financiero en materia climática.

ONU-Habitat impulsa el diseño de estrategias climáticas para contribuir al fortalecimiento de la acción climática desde la política urbana. Esto debe materializarse a través de metas concretas que definan cómo las ciudades abordarán el cambio climático a nivel local.

En San Nicolás de los Garza, Nuevo León, el trabajo de ONU-Habitat comenzó desde 2019 con el establecimiento de su Visión de Ciudad 2030 como un esfuerzo para acelerar

el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Nueva Agenda Urbana desde lo local. En dicha herramienta, se propusieron directrices de política urbana desde una perspectiva municipal, cuyo principal objetivo fue el impulso de San Nicolás de los Garza como un centro urbano sostenible, resiliente, próspero, próximo, participativo, saludable e inclusivo.

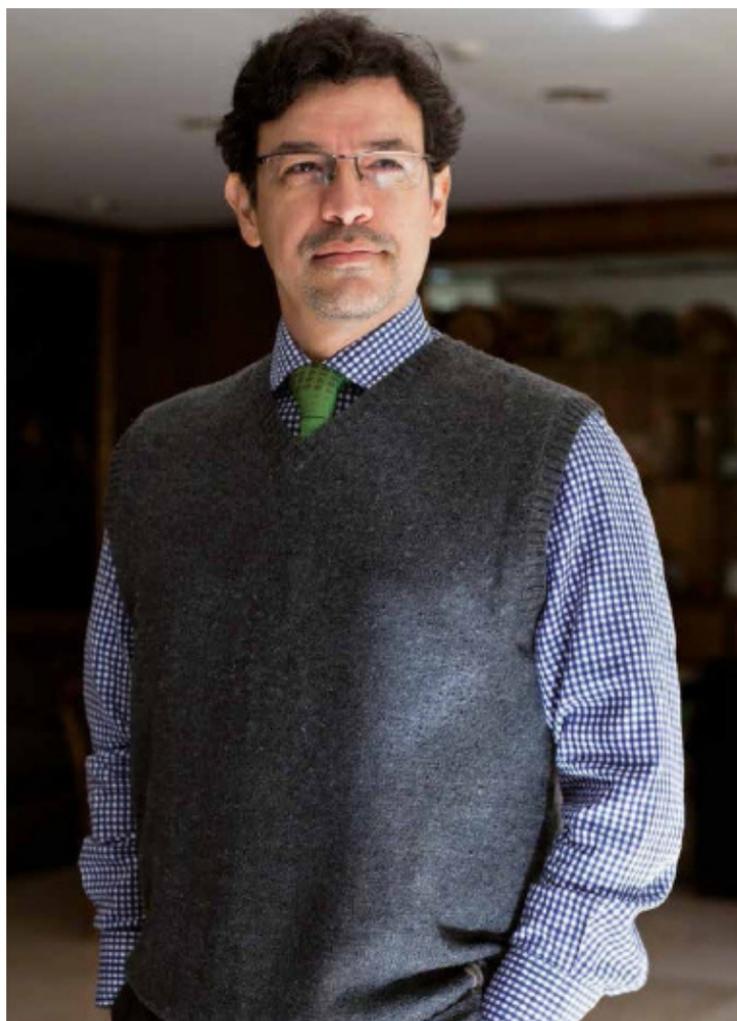
Gracias a la Visión de Ciudad 2030 y a las labores de implementación de esta, actualmente San Nicolás de los Garza destaca dentro de la Aglomeración Urbana de Monterrey como pionero en el diseño y la implementación de políticas públicas para el desarrollo sostenible de su territorio. Hasta el momento, ya se han logrado diversas transformaciones que incluyen una reestructuración institucional y la implementación de programas e iniciativas estratégicas derivados de las líneas de acción de esta Visión 2030 y de su cartera de proyectos.

Adicionalmente, como resultado de la crisis hídrica experimentada en el estado de Nuevo León durante el 2022—que tuvo consecuencias negativas para este importante polo de desarrollo industrial de la Aglomeración Urbana de Monterrey—, San Nicolás de los Garza también se ha posicionado como un referente en la incorporación de la efectiva gestión ambiental como eje prioritario de política pública en el nivel municipal.

En este sentido, ONU-Habitat reconoce el notable trabajo realizado por el gobierno municipal en la implementación de la Visión de Ciudad 2030 y en la incorporación de una agenda climática-ambiental dentro de los programas operativos del municipio. Precisamente desde aquí ha surgido la Estrategia Municipal para la Acción Climática.

La Estrategia Municipal para la Acción Climática (EMAC) es una herramienta que propone acciones adaptadas al contexto local, con el objeto de mitigar y adaptarse al cambio climático de manera participativa, y que fomenta la protección ambiental, la resiliencia urbana y la gobernanza climática. Mediante una Ruta para la Acción Climática, la EMAC clasifica las acciones según las áreas de interés y preocupación más relevantes identificadas mediante un exhaustivo proceso de diagnóstico de las condiciones actuales y futuras del municipio.

Esta herramienta se presenta con un sólido respaldo analítico basado en marcos metodológicos globales y nacionales. Su aplicación ha permitido identificar los principales desafíos climáticos que enfrenta el municipio, así como aquellos a los que podría enfrentarse, de continuar la tendencia de desarrollo urbano actual. Además, la EMAC es la primera herramienta a nivel municipal



“

**Globalmente,
el cambio climático
ha evidenciado tener
un impacto considerable
en la vida y el desarrollo
de las ciudades.**

que propone política pública a partir de modelaciones de cambios esperados en el futuro respecto del clima, la trayectoria de emisiones y la vulnerabilidad climática.

Aunado a lo anterior, la EMAC complementa y fortalece los programas, las agendas y las carteras existentes en el municipio, pues está directamente vinculada con la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 y su cartera de proyectos, el Programa Municipal de Desarrollo, las estrategias y los programas nacionales en materia climática, y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México presentadas ante la Conferencia de las Partes como uno de los compromisos del país para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París.

La fuerza y los impactos de la EMAC radicarán en su apropiación política y social por parte de todos los agentes en la toma de decisiones, así como de los compromisos que estos asuman.

Así, con esta estrategia, San Nicolás de los Garza da un paso sólido hacia la consecución de un futuro urbano sostenible, justo, resiliente y neutro en carbono.

Elkin Velásquez Monsalve

**Representante Regional
para América Latina y el Caribe**

Presentación

El cambio climático y los impactos previsible representan el mayor reto de planeación del desarrollo para las ciudades en el presente siglo. La búsqueda de bienestar humano bajo condiciones de cambio climático debe enfocarse en la descarbonización de las actividades en todos los sectores y en el diseño de mecanismos para la adaptación de los sistemas urbanos, y, en general, de los asentamientos humanos.

A partir del reconocimiento del cambio climático como uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad, la **Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG)** refleja el compromiso del municipio para avanzar hacia un desarrollo sostenible y resiliente al clima, al fortalecer la planeación local en cumplimiento con lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 (POE, 2021). Se pretende contar con una Ruta para la Acción Climática que, en alineación con los objetivos estratégicos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021), proponga soluciones, instrumentos y proyectos concretos para hacer frente al cambio climático desde lo local y sustente estrategias y políticas para un Programa de Acción Climática Municipal.

Así, la presente Estrategia consta de dos grandes partes divididas, a su vez, en capítulos. La Parte I inicia con aspectos generales sobre el cambio climático y los compromisos de la comunidad internacional y de México ante este problema global. En su segundo apartado se hace referencia al marco de políticas, con base en instrumentos jurídicos y de planeación de las escalas nacional, metropolitana y local, lo cual es relevante para este ejercicio de planeación municipal. El tercer capítulo consiste en un **Diagnóstico estratégico para mitigación y adaptación al cambio climático desde un enfoque técnico**



y participativo, que se integra a partir del contexto ambiental del municipio, el análisis de las emisiones a la atmósfera y la estimación de la vulnerabilidad climática. El diagnóstico estratégico es la base para identificar oportunidades para la mitigación, la adaptación y la construcción de gobernanza climática.

La Parte II se conforma por la **Ruta para la Acción Climática** que, primeramente, muestra un análisis de las políticas vigentes a niveles municipal, estatal y nacional, y la factibilidad de su aplicación local, la cual se realizó mediante el uso de herramientas para la toma de decisiones que han sido desarrolladas y probadas por ONU-Habitat. Asimismo, se describe el método de acercamiento con actores y tomadores de decisiones para conocer su perspectiva sobre la acción climática, como parte del componente participativo de la Estrategia. Después se explica la estructura de la Estrategia, así como la jerarquía de los elementos que la constituyen. Las orientaciones de política pública se presentan en tres grandes ejes temáticos: Protección Ambiental-Mitigación, Resiliencia Urbana-Adaptación y Gobernanza Climática. Cada uno de estos ejes contiene estrategias con sus objetivos, líneas estratégicas y acciones que se ejemplifican con algunos proyectos concretos en las materias Ambiental, Urbana, Energética y de Servicios.

Todos los elementos de la Estrategia han sido formulados específicamente para las condiciones de San Nicolás de los Garza. Se orientan políticas para la acción climática a partir de 15 estrategias, que agrupan 39 líneas estratégicas que, a su vez, incluyen un total de 200 acciones. Finalmente, el último apartado brinda una propuesta de indicadores socioambientales para el seguimiento y monitoreo de la Estrategia.



Resumen

Resumen



Introducción

- Vinculación de la EMAC-SNG con Visión de Ciudad 2030-SNG
- Agenda 2030
- Acuerdo de París
- Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México

Fundamentos de política nacional

35 instrumentos jurídicos **12** instrumentos programáticos

En temas Climáticos, Ambientales, Urbanos, e Hídricos.

Ruta para la acción climática

Eje 1. Protección Ambiental- Mitigación

- Monitoreo de la calidad del aire
- Control de la contaminación atmosférica
- Orientación hacia la habitabilidad
- Promoción del uso eficiente de la energía
- Gestión mejorada de los servicios públicos

Eje 2. Resiliencia Urbana - Adaptación.

- Conservación de ecosistemas y vida silvestre
- Recuperación de servicios ambientales
- Gestión de riesgos hidroclimáticos
- Adecuación para la provisión
- Complementaria de agua

Eje 3. Gobernanza Climática

- Información para la toma de decisiones
- Conservación de ecosistemas y vida silvestre
- Recuperación de servicios ambientales
- Gestión de riesgos hidroclimáticos
- Adecuación para la provisión
- Complementaria de agua

Diagnóstico Estratégico

San Nicolás de los Garza

- En el escenario más adverso habrá -27 % de lluvias en el municipio
- La temperatura máxima llegará a 50.35 °C

Emisiones a la atmósfera

Calidad del aire municipal

- Las partículas PM10 y PM2.5 presentan la mayor cantidad de días sobre la norma.

Emisiones municipales

- Calidad del aire municipal
- El sector de Deshechos y gases son emisores del 68.87 % de los GEI
- El sector Residencial-Comercial son emisores del 19.12 % de los GEI.
- El comercio al por menor es el principal sector económico emisor

Vulnerabilidad climática municipal

- La Capacidad adaptativa del municipio supera la exposición
- Distritos con mayor vulnerabilidad a corto plazo: Vicente Guerrero, Balcones, El Refugio e Industrial.
- Distritos con mayor vulnerabilidad a lejano plazo: Anáhuac, Centro.

Elementos de monitoreo de la estrategia

Para proponer y diseñar el monitoreo de la EMAC-SNG, se proponen indicadores basados en la Matriz Indicativa de la Visión 2030- SNG , con aportes de ONU-Habitat, SNIA y UMF.



El cambio climático y sus impactos representan el mayor reto de planeación del desarrollo para las ciudades en el presente siglo. La búsqueda de bienestar humano bajo condiciones de cambio climático debe enfocarse en la descarbonización de las actividades en todos los sectores y en el diseño de mecanismos para la adaptación de los sistemas urbanos, y, en general, de los asentamientos bien sean rurales o urbanos.

A partir del reconocimiento del cambio climático como uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad, la presente Estrategia refleja el compromiso del municipio San Nicolás de los Garza para avanzar hacia un desarrollo sostenible y resiliente al clima, al fortalecer la planeación local en cumplimiento con lo establecido en el Programa Municipal de Desarrollo 2021-2024 (POE, 2021). Con esta Estrategia se pretende contar con una Ruta para la Acción Climática que, en alineación con los objetivos estratégicos para el logro de una ciudad verde y resiliente de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021), proponga soluciones, instrumentos y proyectos para hacer frente al cambio climático desde lo local y sustente estrategias y políticas para el Programa de Acción Climática Municipal (PACMUN).

La Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG) consta de un conjunto de estrategias, líneas estratégicas y acciones que buscan, desde las competencias municipales, disminuir la contaminación atmosférica, aumentar la resiliencia urbana y construir condiciones de gobernanza, mediante el diseño y la instrumentación de una Ruta para la Acción Climática.

La Parte I de la EMAC-SNG incluye aspectos generales sobre el cambio climático y los compromisos de la comunidad internacional y de México ante el problema, la revisión del marco de planeación política de las escalas nacional, metropolitana y local, y un diagnóstico estratégico que se integra a partir del contexto ambiental del municipio, el análisis de la contaminación atmosférica y la estimación de la vulnerabilidad climática.

La Parte II de la Estrategia se conforma por la Ruta para la Acción Climática, que muestra un análisis de la factibilidad de la aplicación local de políticas vigentes a niveles municipal, estatal y local, la cual se realizó mediante el uso de herramientas desarrolladas y probadas por ONU-Habitat, así como el método de acercamiento multiactor, como parte del componente participativo de la Estrategia. La Ruta se integra por las orientaciones de política pública que han sido formuladas específicamente para las condiciones de San Nicolás de los Garza (SNG) y se presentan en tres grandes ejes temáticos: Protección Ambiental-Mitigación, Resiliencia Urbana-Adaptación y Gobernanza Climática. Cada uno de estos ejes contiene estrategias con sus objetivos, líneas estratégicas y acciones en las materias Ambiental, Urbana, Energética y de Servicios. Se orientan políticas para la acción climática a partir de 15 estrategias, que agrupan 39 líneas estratégicas que, a su vez, incluyen un total de 181 acciones.

La EMAC-SNG se sustenta y retoma principios de los siguientes instrumentos internacionales: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC, 1992), el Acuerdo

de París (UNFCC, 2016) y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) que derivan de su adopción, la Agenda 2030, así como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con acción climática y construcción de comunidades sostenibles y resilientes, además de la Declaración de Quito sobre Ciudades y Asentamientos Humanos Sostenibles para Todos (2017), el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la Nueva Agenda Urbana (NAU, 2017) y la Iniciativa de Resiliencia Urbana Sostenible para la Próxima Generación (SURGe, por sus siglas en Inglés), adoptada durante la 27 Reunión de las Partes de la CMNUCC (COP27).

De igual forma, el proceso de planeación para la acción climática local se sujeta en lo general a disposiciones jurídicas y a múltiples instrumentos de planeación nacionales, estatales, metropolitanos y municipales sobre gestión ambiental, cambio climático, gestión de riesgos y desarrollo urbano, que guían políticas, estrategias y acciones prioritarias del presente instrumento. Para la elaboración de la EMAC-SNG se analizaron minuciosamente 11 leyes, 4 reglamentos locales, 26 Normas Oficiales Mexicanas y más de 10 documentos de planeación y programáticos de distintos niveles de decisión.

Diagnóstico Estratégico

San Nicolás de los Garza

En datos

Datos generales



69
hab/ha

28.6
viv/ha

Relieve y suelos



460 – 910
msnm

Feozem
45 %
de SNG

Hidrología



Región
RHA-VI

5 800 m²
de cuerpos
de agua

19.35 km
de cauces

El San Nicolás de los Garza (SNG) se localiza en el estado de Nuevo León, representa el 0.1% del territorio estatal y constituye, junto con 16 municipios más, la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM). Con una superficie de 60.1 km², su ubicación es estratégica para la dinámica metropolitana, ya que se encuentra en la zona central de Monterrey.

Infraestructura verde

Áreas verdes
5.62 m²/hab

Servicios Ambientales de
7 ANPs regionales

14 tipos
de Infraestructura Verde

La Infraestructura Verde ocupa
12.82 % de SNG



Clima

El municipio se encuentra en una región principalmente semicálida-semiárida, por lo que el clima predominante es el tipo BSl(h')hw-semiárido-cálido, con temperatura media anual mayor de 18 °C, con temperaturas menores de 18 °C durante el mes más frío y lluvias de verano del 5% al 10.2% anual. En menor proporción también se presentan el clima semicálido subhúmedo (A) Cx' y el clima árido cálido BS0(h')hw.

De acuerdo con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para el periodo de 1951 a 2010, las temperaturas máximas históricas han alcanzado los 50 °C y las mínimas históricas los -9 °C. La temperatura máxima promedio ha sobrepasado los 30 °C y la mínima ha resultado por debajo de los 6 °C. La precipitación promedio en el municipio va de los 400 a los 800 mm de precipitación acumulados anualmente.

Riesgos hidrometeorológicos

Los eventos de más alto riesgo por su intensidad y frecuencia son las inundaciones, sequías y heladas. En las últimas décadas se han presentado eventos ocasionales de lluvia torrencial, que han derivado en inundaciones con graves afectaciones. Durante el periodo 2000-2020 se emitieron un total de 28 declaratorias de desastres emergencias y contingencias climáticas, la mayoría estuvieron relacionadas con lluvias atípicas en un 36%, después siguieron las heladas y sequías con un 11% respectivamente.

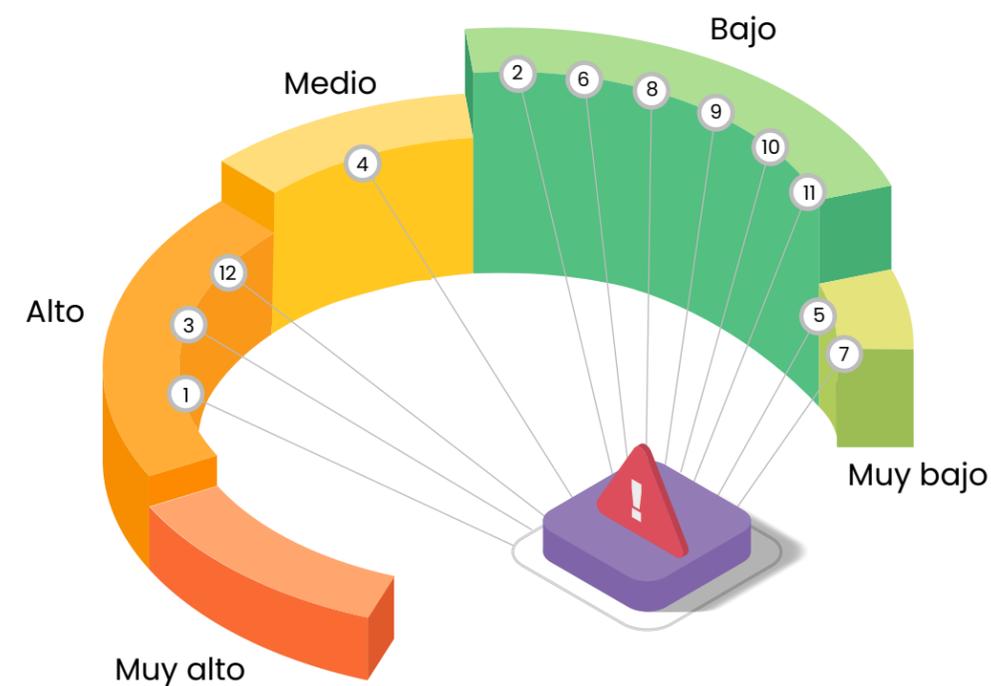
Lluvias extremas e inundaciones

Considerando el comportamiento de las tormentas intensas en el territorio, la precipitación ha llegado a intensidades de hasta 250 mm acumulados en un día para el periodo de retorno de 50 años y se podrían esperar lluvias extremas con una acumulación de hasta 70 mm en 1 hora. La mayor acumulación esperada en 5 años es de 104.7 ml y para 100 años es de 285.6 ml, lo que significa un aumento de más del doble de intensidad.

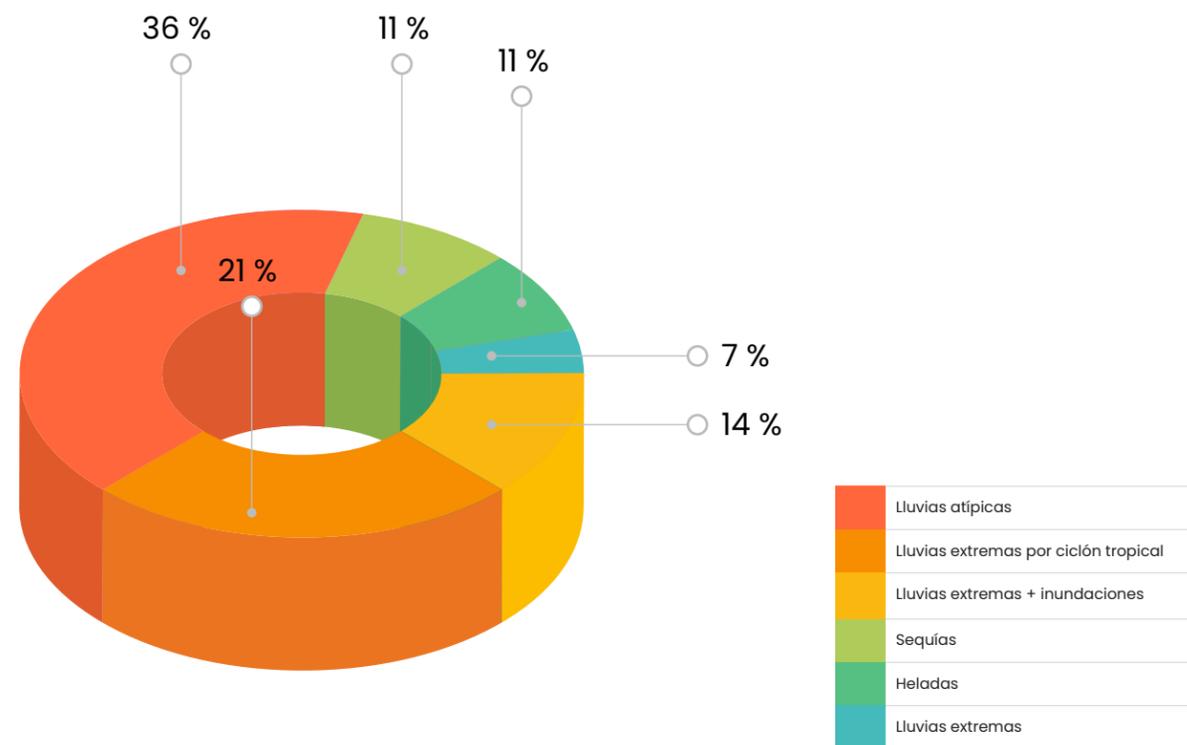
Los puntos más frecuentes de inundaciones o encharcamientos originados por lluvia presentan recurrencia en las colonias Arboledas de San Jorge, Ampliación del Vidrio Sector 1 y 2, Bosques de Santo Domingo, Bosques del Nogalar, Estancia Minera Sector 1, José López Portillo, Las Misiones, Margarita Salazar, zonas comerciales e industriales, en las avenidas Manuel L. Barragán,

Sendero Divisorio, Alonso Reyes, Lerdo de Tejada, Carretera Monterrey-Nuevo Laredo, Anillo Vial Metropolitano, San Nicolás, Lic. Adolfo López Mateos, De las Flores, De la Juventud.

Los sitios con mayor incidencia de flujos superficiales derivados de los arroyos Topo Chico y Los Pinos se ubican en las colonias Las Puentes, Ciudad Universitaria, Cuauhtémoc Sector 1, Nova, Parques de Anáhuac, Valle de Las Puentes, Rincón de Los Álamos, Pradera de Santo Domingo, Margarita Salazar, Privada Nogalar, Los Mezquites, Ampliación Villas Oriente, etc. A partir de modelaciones de flujo dinámico se estimó que, para 5 años de periodo de retorno en el arroyo Topo Chico, el tirante de inundación puede llegar a una profundidad máxima de 12.5 m, en contraste con los 5.5 m del arroyo Los Pinos, lo cual se incrementaría a los 100 años a 12.9 m y 6.07 m respectivamente. La superficie de afectación derivada del flujo de los arroyos se expande, sobre todo al Noreste del arroyo Topo Chico y al Sur de Los Pinos.



1	Ondas gélidas	4	Sequías	7	Ciclones	10	Tormentas
2	Heladas	5	Granizadas	8	Tornados	11	Lluvias extremas
3	Ondas cálidas	6	Nevadas	9	Polvaredas	12	Inundaciones



Sequías

El contexto territorial de San Nicolás de los Garza indica que existe alta vulnerabilidad ante la sequía y las situaciones críticas asociadas al estrés hídrico y a la sobreexplotación del acuífero metropolitano. Han prevalecido condiciones anormalmente secas desde el 2005 y se presentaron 8 eventos de sequía extrema durante el 2011. En el 2021 se registró el mayor número de sequías, con 11 periodos anormalmente secos y 6 de sequía severa.

La susceptibilidad a sequías para un periodo de retorno de 5 y 100 años muestra que hacia el este y centro del territorio existe una susceptibilidad media para el periodo de retorno de 5 años, la mayor en este escenario. Para el periodo de retorno de 100 años, se distinguen áreas con grados altos y muy altos de susceptibilidad al Noroeste, Centro y Este municipal.

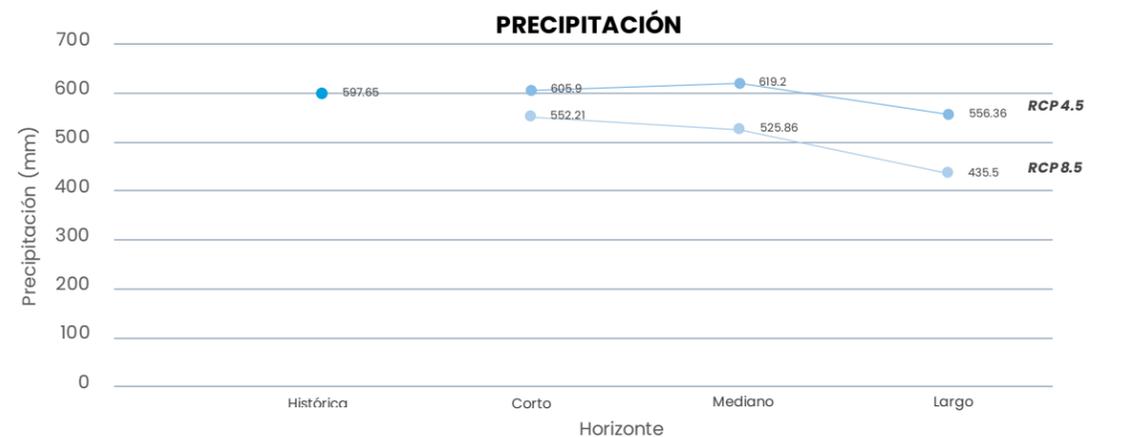
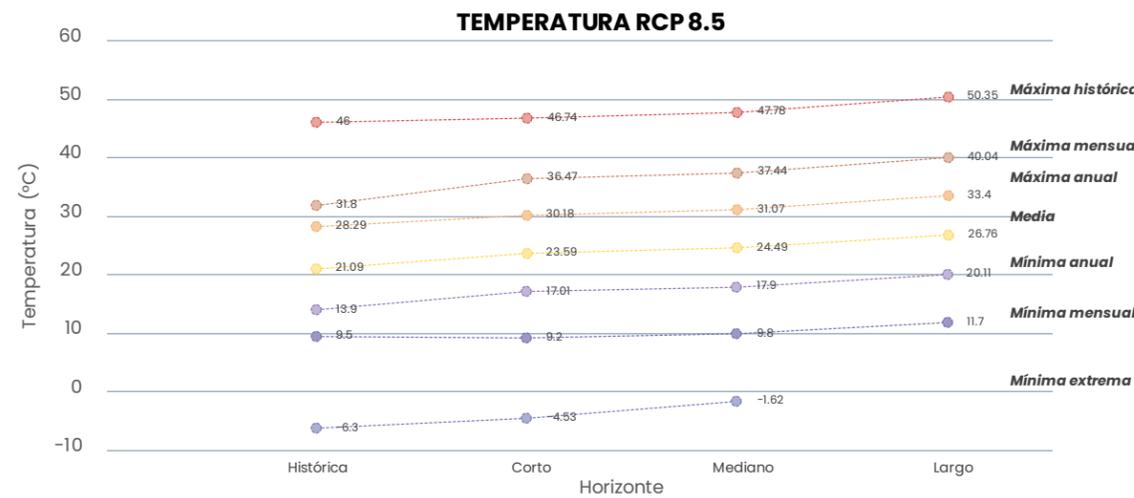
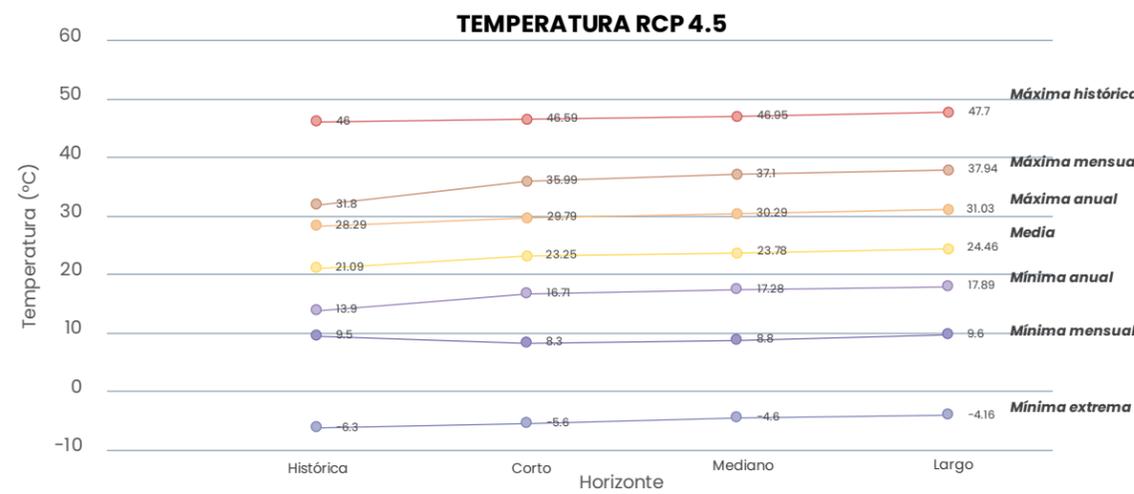
Escenarios esperados de cambio climático

De acuerdo con la metodología propuesta por el IPCC (2017 y 2022), se analizaron los cambios de temperatura y precipitación aplicando dos escenarios de concentración de emisiones RCP 4.5 y RCP 8.5 y se manejaron tres horizontes de tiempo: el cercano o corto plazo (2021-2040), el medio o mediano plazo (2040- 2060) y el lejano o largo plazo (2081-2100); acorde con la información de la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), datos de la climatología diaria del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de México sobre temperaturas y precipitación a una alta resolución espacial (926 m x 926 m), en relación con el periodo 1981-2010.

Las proyecciones de precipitación acumulada promedio anual en el municipio muestran variaciones en los volúmenes de lluvia que oscilan desde un máximo de 21.5 mm y hasta un déficit de -162.15 mm en el escenario más adverso a largo plazo, lo que representa hasta un 27% menos precipitación respecto a la media acumulada actual y volúmenes entre 435.5 mm y 619.2 mm.

Para la temperatura media anual, las proyecciones señalan un incremento a corto plazo de 2.16 °C alrededor del 10.24% de lo actual, hasta un aumento equivalente al 26.88%, que representa 5.67 °C. La temperatura mínima anual indica en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual, con lo que podría alcanzar rangos entre 16.71 °C y 20.11 °C. Para la temperatura máxima anual, las proyecciones muestran un incremento gradual en los distintos horizontes a futuro; desde 1.5 °C a corto plazo, alrededor del 5.3% respecto a la actualidad y hasta 5.11 °C a largo plazo, cerca del 18.1% superior con respecto al valor de temperatura máxima anual actual.

Las temperaturas extremas máximas y mínimas presentan un aumento en todos los escenarios de cambio climático, lo que significa un calentamiento en el futuro. Durante el periodo de 1951 a 2010, la temperatura máxima extrema fue de 46 °C en SNG; de acuerdo con los escenarios, podría llegar a aumentar 4.35 °C, presentando hasta 50.35 °C en el escenario SSP5-RCP 8.5 a largo plazo. En ese mismo periodo, la temperatura mínima extrema fue de -6.3 °C en el municipio, y se proyectan temperaturas menos frías. En el escenario SSP2-RCP 4.5 un aumento de 2.14 °C al horizonte futuro a largo plazo, hasta alcanzar los -4.16 °C, y para el escenario SSP5- RCP 8.5 se estima un aumento de 4.68 °C, con la proyección de -1.62 °C.



Una síntesis de los resultados del comportamiento de la temperatura y la precipitación que se espera bajo condiciones de cambio climático para diferentes horizontes de tiempo y según distintos escenarios de emisiones de GEI, para el municipio de San Nicolás de los Garza.

Para el diseño e implementación de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG), se analizaron dos grandes componentes: Calidad del aire y Caracterización de las emisiones a la atmósfera, lo cual permitió identificar áreas de riesgo y oportunidades para la mitigación.

El clima en San Nicolás de los Garza

Principales características climáticas



Semiárido- Cálido



400 – 800 mm
Lluvias anuales



21.5°
Temperatura media histórica

Principales riesgos hidrometeorológicos



Sequías



Inundaciones por
lluvias extremas



Ondas gélidas
y cálidas
Heladas

Escenarios
esperados
de cambio
climático

Desertificación

Aumento hasta
50.35 °C

Disminución
27 % llluvias



Análisis de emisiones a la atmósfera

Calidad del aire

El municipio de San Nicolás de los Garza cuenta con las estaciones Noreste (NE) y Norte 2 (NTE2), para monitorear la concentración de contaminantes. A nivel municipal se ha registrado que la concentración de PM_{10} es adecuada únicamente 85 de 365 días por año (ONU-Habitat, 2021). De manera más precisa, en el 2021, en la estación Norte 2 (NTE2) se registró un promedio diario de concentraciones de $59.5\text{mg}/\text{m}^3$, y hasta un total de 132 días de valores superiores a los límites establecidos en la norma (NOM-025-SSA1-2021), lo que supera en 2.31 veces los días similares registrados durante el 2017. En tanto, para la estación Noreste se registró un promedio diario de $55.88\text{mg}/\text{m}^3$, y se observó una disminución sobre la norma de 9 días entre la cantidad de días registrados en el 2021 y en 2017.

En el caso de las partículas $PM_{2.5}$, durante el 2021 se registraron 8 días fuera de la norma en la estación Norte 2 y 9 días en la estación Noreste, mientras que para los parámetros de ozono (O_3) se registraron 9 días sobre la norma en la estación Norte 2 y 10 en la estación Noreste.

En cuanto a mediciones de NO_2 y CO , el municipio de San Nicolás de los Garza no muestra registros que alerten sobre la alta concentración de dichos contaminantes, además de que se observa que durante los últimos cinco años no se han presentado días cuyos valores superen los límites establecidos por la norma.

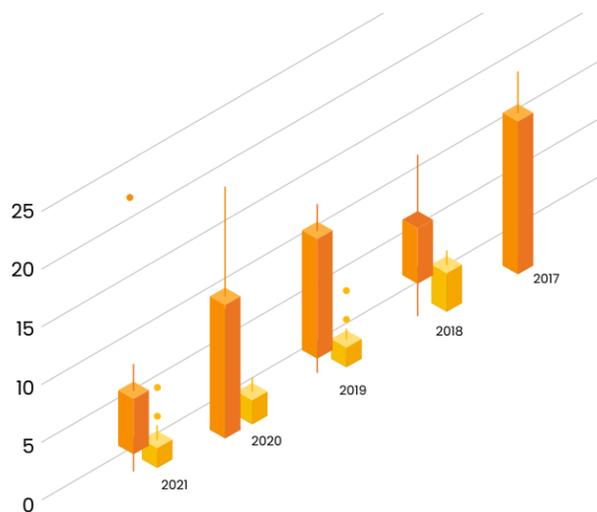
Caracterización de emisiones

Se analizaron los tipos de fuentes emisoras, su giro o categoría, el tipo de contaminante que emiten y la cantidad emitida. Para ello, se revisaron cuatro bases documentales: Inventario de emisiones GEI para el estado de Nuevo León, Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire, Inventario de Emisiones Atmosféricas del Área Metropolitana de Monterrey y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

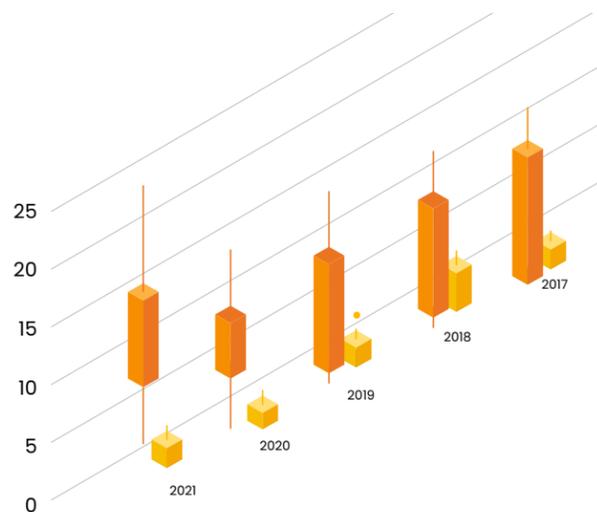
Contribuciones por tipo de fuente

De acuerdo con el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de la plataforma Aire NL, en SNG se ubican 54 fuentes fijas de competencia estatal (SIMA, 2019), de las que destacan, en primer lugar, las correspondientes a industrias y, en segundo, las de servicios. Se localizan principalmente en polígonos de uso de suelo industrial, y se observa la tendencia de su aglomeración en la porción Suroeste de la demarcación.

Caseta Noreste: 2017-2021



Caseta Norte 2: 2017-2021



Contribuciones por categoría o sector

En el inventario de emisiones a nivel estatal del 2005, destaca San Nicolás de los Garza por formar parte de los nueve municipios que generan el 80% de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) y contribuye con el 9.5% de las emisiones. Sobre compuestos como el NO₂, se identificó como un importante emisor al sector industrial ubicado al Suroeste del corredor industrial del municipio. Respecto a los contaminantes criterio y gases de efecto invernadero, entre los años 2015-2019, dentro del municipio se registraron tres categorías de emisiones de compuestos contaminantes emitidos por el sector industrial.

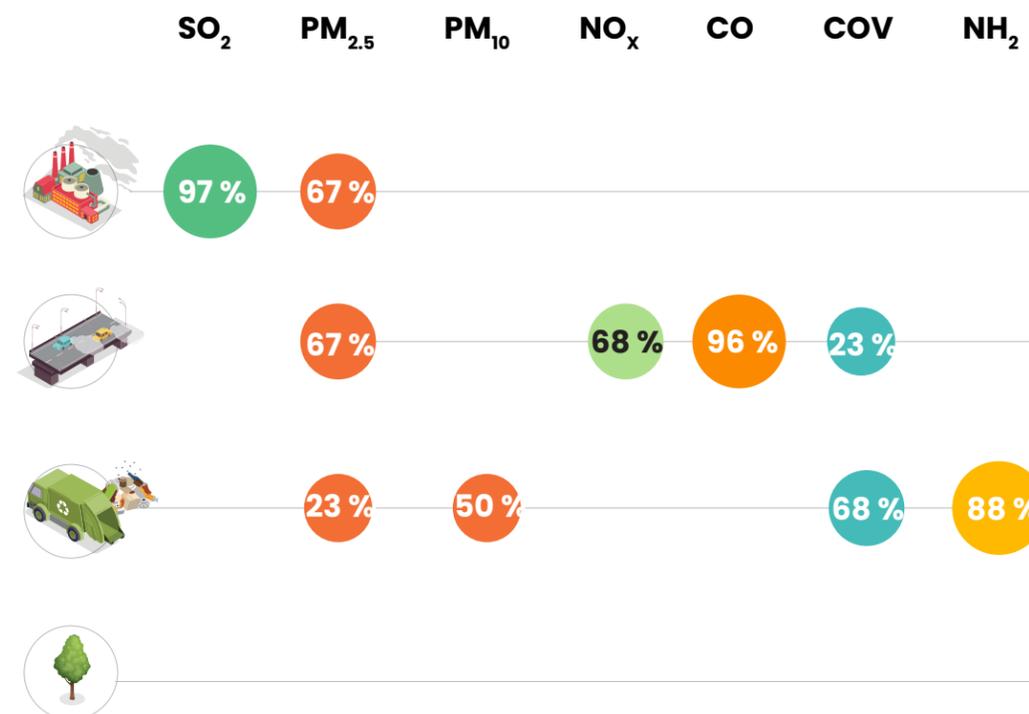
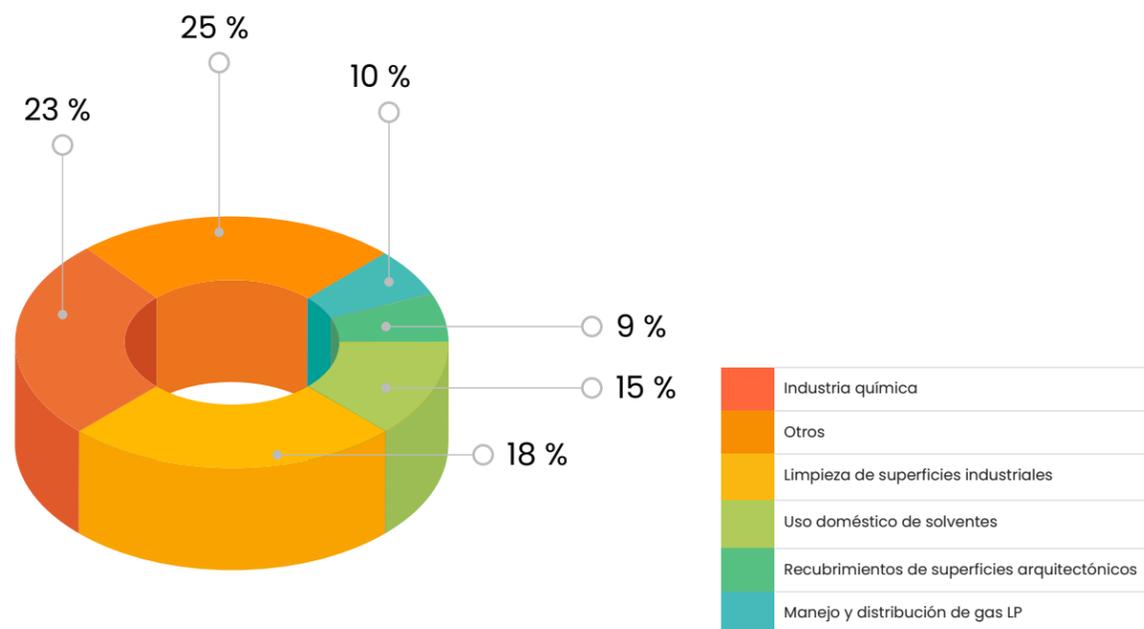
El mayor emisor de los contaminantes clasificados como gases de combustión y de efecto invernadero y órgano-halogenados fue la industria automotriz, en tanto que el principal emisor de metales, metaloides y no metálicos es la industria en la categoría de fabricación de producción de aparatos, equipos o accesorios eléctricos y electrónicos (SIMA, 2019). Debido a lo anterior, dentro del municipio destaca la necesidad de regular las fuentes fijas, tanto federales como estatales, y móviles, específicamente las correspondientes al sector industrial que es el principal responsable de la contaminación atmosférica en la región.



Sectorialmente, es urgente la regulación de los subsectores de la industria automotriz, de la fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos, de la industria del petróleo y la petroquímica, así como la industria metalúrgica. Sin embargo, el municipio tiene limitaciones para regular estas fuentes, por lo que sus acciones deberán centrarse en establecer mecanismos de coordinación con las autoridades competentes, a fin de promover una transición energética y tecnológica efectiva en las fuentes industriales, que permita reducir sus emisiones anuales.

La regulación de otros sectores de competencia municipal —que no incluyen las fuentes fijas industriales federales y estatales— es especialmente importante en términos de contaminantes como bióxido de carbono, nitratos, sulfuros y partículas PM. En particular, es necesario regular las fuentes de área en sus subsectores de construcción y uso de solventes.

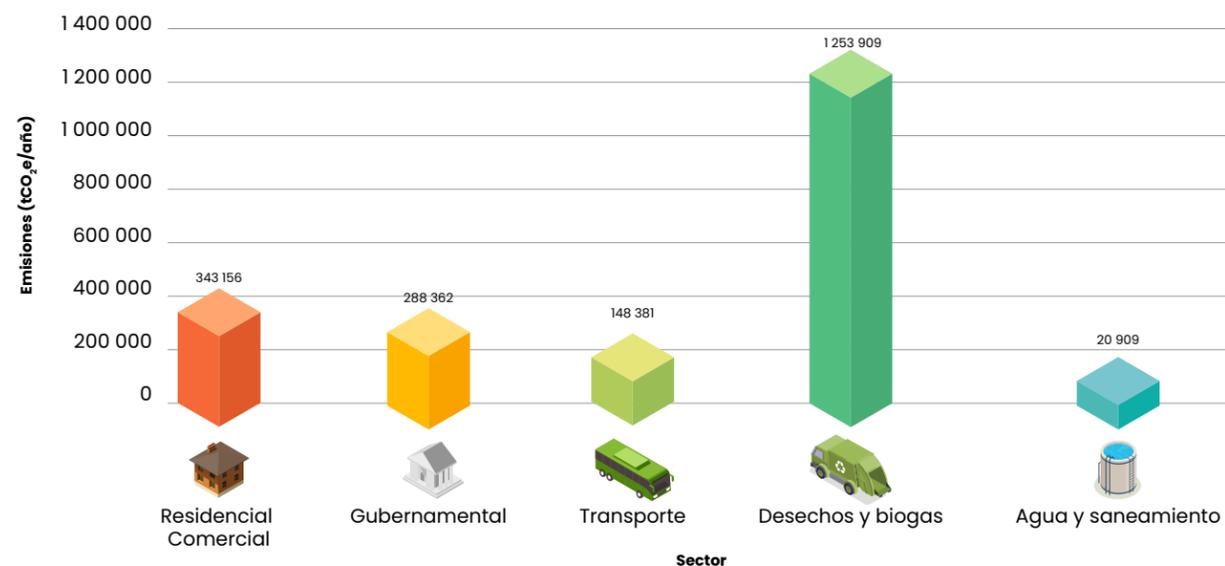
El municipio deberá enfocar acciones hacia el control de emisiones fugitivas en actividades comerciales, de servicios, obras públicas y privadas, así como en actividades gubernamentales, que derivan del uso de la energía, de sustancias emisoras para actividades cotidianas y de combustibles fósiles. Estas acciones para implementarse por el municipio podrán enfocarse en la regulación, el registro y la supervisión de fuentes comerciales o residenciales cuya contribución provenga de este tipo de actividades.



Categoría de los contaminantes	tCO ₂ e/ año				
	2019	2018	2017	2016	2015
Gases de combustión y de efecto invernadero	14 194.32	13 715.09	52 583.0	39 684	18 837
Metales, metaloides y no metálicos	0	0.08182	0.09202	0.0573	7721
Órgano-halogenados	0	1	1	0	0.4776

Modelación aproximada de emisiones de competencia municipal

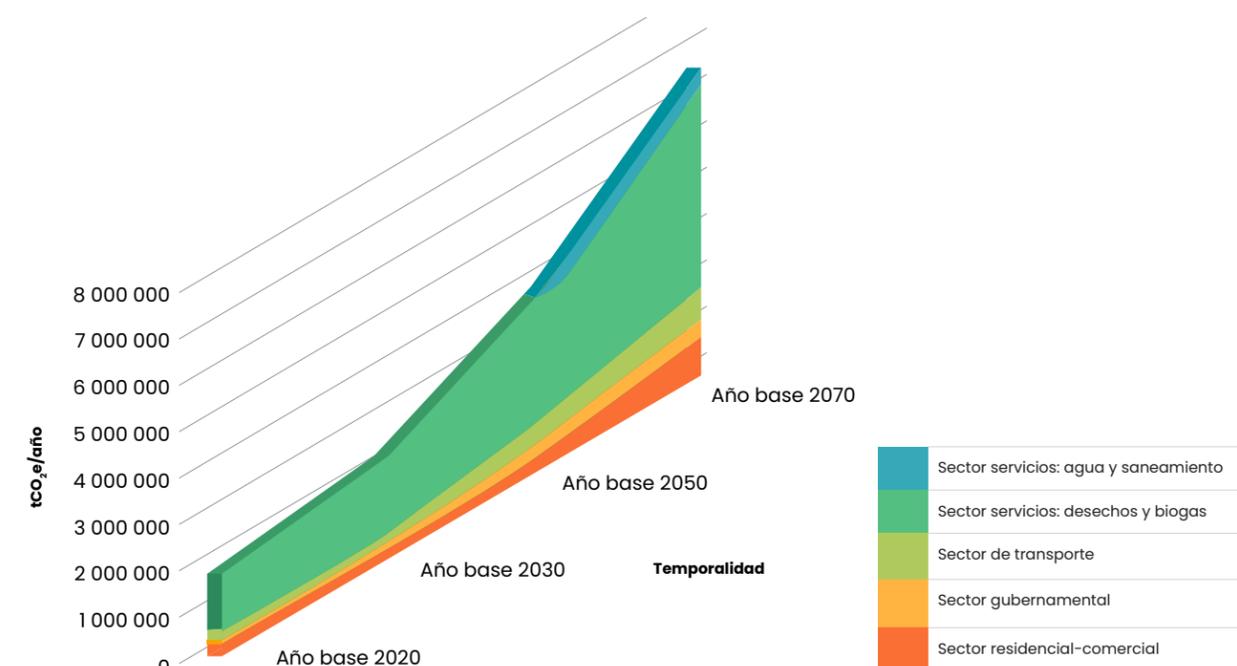
Para conocer con mayor detalle otras emisiones, mediante la herramienta CURB se estimaron emisiones directas e indirectas sobre fuentes y sectores de competencia municipal, utilizando como línea base la información de los patrones de consumo de San Nicolás de los Garza. Se tomaron en cuenta las emisiones de sectores como el residencial-comercial; el gubernamental, que incluye las actividades diversas y servicios de alumbrado; el sector transporte, que considera únicamente el transporte privado, y el sector de desechos y biogás, en donde se desagregaron las categorías de residuos sólidos y residuos del servicio de agua y saneamiento (lodos).



Los resultados de la modelación muestran que, para el año 2020 en SNG, las emisiones de competencia municipal sumaron un total de 1 791 876 tCO₂e/año. De esta cantidad se estima que 340 558 tCO₂e/año fueron emitidas por el sector residencial-comercial, 28 123 tCO₂e/año se originaron del sector gubernamental, 148 377 tCO₂e/año provinieron del sector transporte, 1 253 909 tCO₂e/año correspondieron al sector residuos sólidos, y 20 909 tCO₂e/año derivaron del saneamiento de agua. Por ello, se observa que el mayor contribuyente de emisiones fue el sector de residuos sólidos, seguido del residencial-comercial.

Trayectoria de emisiones acumuladas de GEI y tendencia de neutralidad de carbono

A partir de las modelaciones por sectores y para identificar las emisiones que serán realizadas en el tiempo y conocer cuánto se alejan o acercan a la tendencia de neutralidad de carbono a la que apuntan las NDC, se calcularon las trayectorias de emisiones a tres horizontes, conforme a la tendencia del crecimiento poblacional del municipio y otras tendencias de consumo.



En esta modelación de la trayectoria, se observó que, en un escenario de business as usual para San Nicolás de los Garza, las emisiones municipales podrían ascender a 2 358 801 tCO₂e en el año 2030, para casi triplicarse hasta alcanzar un total 6 934 257 tCO₂e para el 2070. De estas emisiones se observa que el principal emisor seguirá siendo el subsector de manejo de desechos y biogás, seguido del sector residencial-comercial.

Estos resultados pueden utilizarse para orientar cuáles son los sectores sobre los que deben diseñarse prioritariamente las estrategias de mitigación y el rango de reducción de emisiones deseable. Para conocer la magnitud de estas reducciones, se proyectó la tendencia de neutralidad de carbono del municipio a tres horizontes de tiempo: corto (2030), mediano (2050) y largo (2070) plazo. Se estimó también la cantidad de emisiones permisibles al restarle a la línea base del año 2020 el porcentaje de reducción, el cual, a su vez, se calculó con fundamento en las NDC y su trayectoria hacia la neutralidad de carbono para el año 2100 (RCP 2.6).

Considerando que la reducción fundamentada en las NDC se estimó en un 35% para el 2030, un 54% para el 2050 y un 81% para el 2070, los valores de emisiones permisibles se obtuvieron al calcular la meta de reducción respecto del año base 2020 (1 791 876 tCO₂e). Si el municipio garantizara la reducción del 35% respecto del año base 2020, se podrían permitir hasta 1 164 719 tCO₂e de emisiones durante el 2030, mientras que, si garantizara la reducción del 54%, se podría permitir 824 263 tCO₂e en el 2050. Bajo la misma lógica, para el año 2070, si el municipio garantizara la reducción del 81% respecto del año base 2020, se podrían permitir la emisión de 340 456 tCO₂e en el 2070. En dicha línea tendencial, para el año 2100, debido a que la meta es la neutralidad de carbono, se buscaría “evitar” el 100% de las emisiones, a través de igualar la cantidad de emisiones secuestradas con las emitidas.

Para cada año, las metas de acción climática municipal podrían orientarse a prevenir o secuestrar la emisión de 1 184 082 tCO₂e para el 2030, de 3 211 476 tCO₂e en el 2050 y de 6 593 801 tCO₂e para el 2070. El municipio podría implementar acciones para la reducción de emisiones, específicamente en los sectores de Desechos y biogás, Residencial-comercial y Transporte.

La atmósfera de San Nicolás de los Garza

Calidad del aire

Partículas con mas días sobre la Norma y su principal emisor



PM₁₀
Construcción



PM_{2.5}
Industria petroquímica



O₃
Industria metalúrgica

Trayectorias de emisores



En 2070 se **triplicarán las emisiones**

Se deben **mitigar las emisiones en**

2030
35 %
2050
54 %
2080
81 %
2100
100 %

Principales emisores

Fijas

Industria química / petroquímica
PM_{2.5}, SO₂ y COV

Industria alimenticia
CO₂

Industria metalúrgica
NO₂

Móviles

Transporte
CO, CO₂, NO_x y COV

Automóvil
CO, CO₂

Área

Deshechos (RSU)
CO y CO₂

Residencia y Comercio
CO y CO₂

USCUSS
PM₁₀ PM_{2.5}

Uso solventes
COV

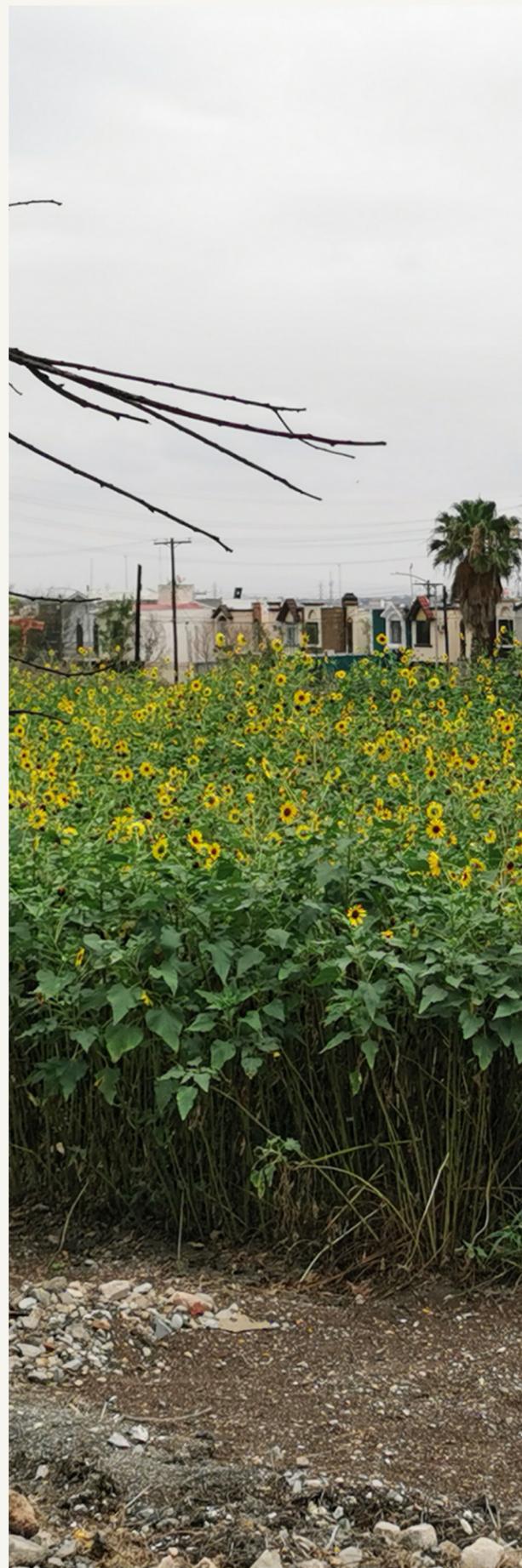
Estimación de vulnerabilidad climática futura

Para conocer la vulnerabilidad a nivel municipal en SNG se utilizaron bases metodológicas desarrolladas por ONU-Habitat (2019, 2020 y 2021), donde destaca el Manual para la Evaluación al Cambio Climático (ONU-Habitat y UNEP, 2018), y se adaptaron las metodologías reconocidas a nivel nacional del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019) y la del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Para la formulación del índice de vulnerabilidad climática se eligieron 30 indicadores: 7 de exposición, 8 de sensibilidad y 15 de capacidad adaptativa. Del análisis de estos factores se obtuvo un indicador promedio para representar geográficamente las zonas de alta exposición, alta sensibilidad y alta capacidad de adaptación, para así generar un índice de vulnerabilidad climática final. Asimismo, se obtuvo un indicador medio por distrito.

Los indicadores empleados para la formulación del índice de vulnerabilidad climática a escala local en SNG integran la información de los escenarios de cambio climático analizados en apartados anteriores y los resultados de análisis geoespaciales de elementos sociales y ambientales.





Exposición

Para la exposición se analizaron los peligros hidrometeorológicos y los escenarios esperados bajo condiciones de cambio climático. Para el horizonte cercano o corto plazo, los mayores grados de peligro se concentran en la zona Noroeste y Este del municipio, y en las áreas aledañas a los arroyos Topo Chico y Los Pinos. Para el horizonte lejano o largo plazo, se aprecia un aumento de superficie con altos niveles de peligro, que se agrupa en las zonas Noroeste, Este y Centro de SNG, en los distritos Balcones, Residencial Anáhuac, Casa Bella, Industrial, Cuauhtémoc, Lagrange, Andalucía, Casa Blanca, San Cristóbal, Vicente Guerrero, Santo Domingo y La Fe.

Los mapas siguientes identifican las zonas más expuestas según los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de temperaturas máximas y mínimas históricas para horizontes a futuro cercano (2021-2040) y futuro lejano (2081-2100). En el escenario del horizonte cercano o corto plazo (2021-2040), se aprecian los mayores niveles de exposición al Norte del municipio, en los distritos Balcones, Casa Bella, Centro, CEDECO, El Refugio y Vicente Guerrero. En lo que respecta al escenario del horizonte lejano o de largo plazo (2081-2100), son notorios los mayores niveles de exposición al Noroeste de SNG, en los distritos Anáhuac, Residencial Anáhuac, Cuauhtémoc, Casa Bella, Centro, Industrial y Balcones.



Sensibilidad

El análisis de la sensibilidad incluyó condiciones sociodemográficas de la población, así como la infraestructura urbana. Al Centro, Sur, Noreste y Noroeste del municipio se presentan los mayores niveles de sensibilidad por condiciones sociodemográficas, en los distritos Lagrange, Pedregal, Nogalar, Industrial, Vicente Guerrero, Balcones y Constituyentes. Los distritos Lagrange, Constituyentes, Nogalar, Centro, Industrial, Pedregal, La Fe, Santo Domingo, Vicente Guerrero, Del Paseo, El Refugio y Talavera concentran la mayor sensibilidad por infraestructura urbana en SNG.



Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa se analizó considerando la presencia de ecosistemas, las condiciones socioeconómicas de la población y las posibilidades para una respuesta efectiva frente a los cambios del clima. Los distritos con mayor capacidad adaptativa por ecosistemas son Balcones, Residencial Anáhuac, Cuauhtémoc, Jardines de Anáhuac, Del Paseo, Las Puentes, Lagrange, Casa Blanca, San Cristóbal, Casa Bella y Santo Domingo.

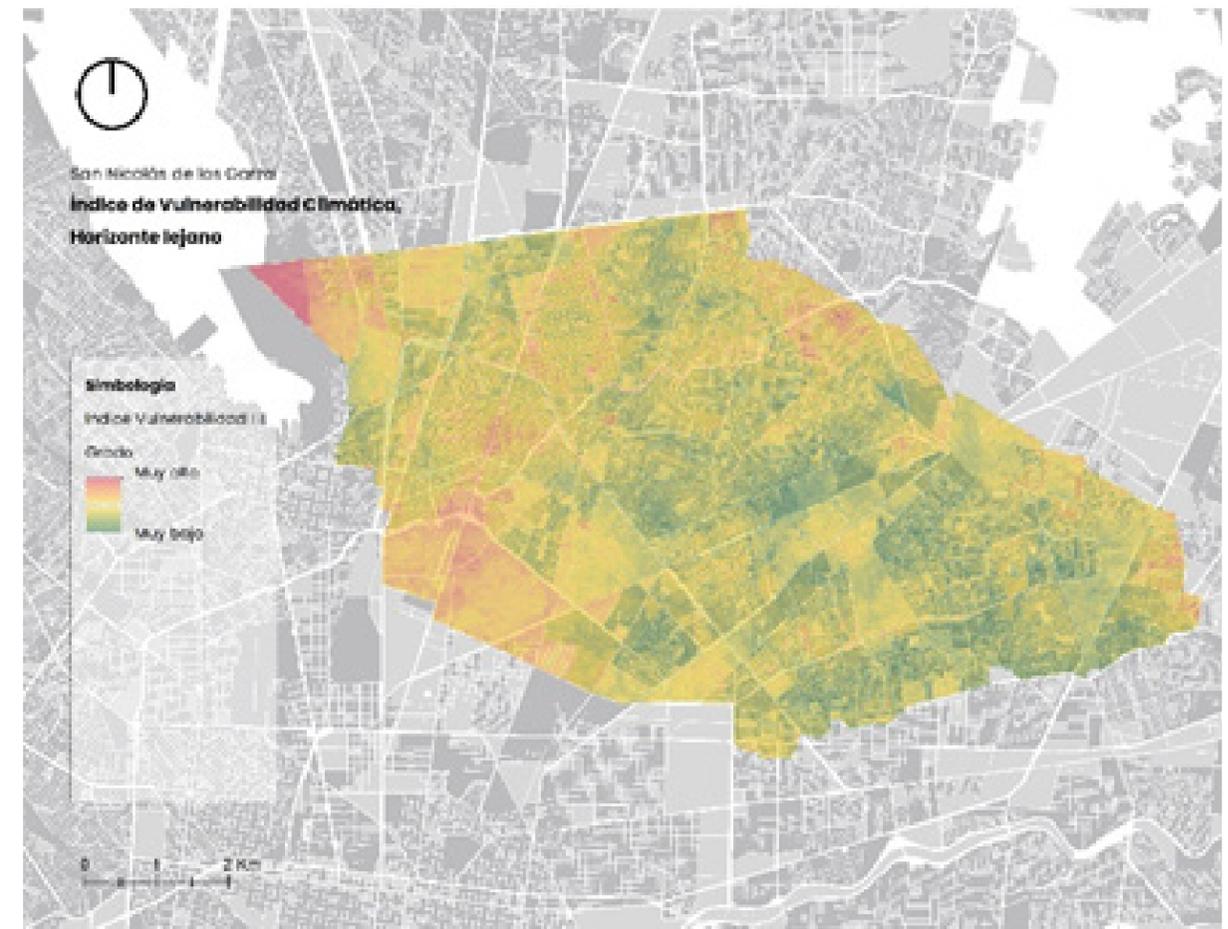
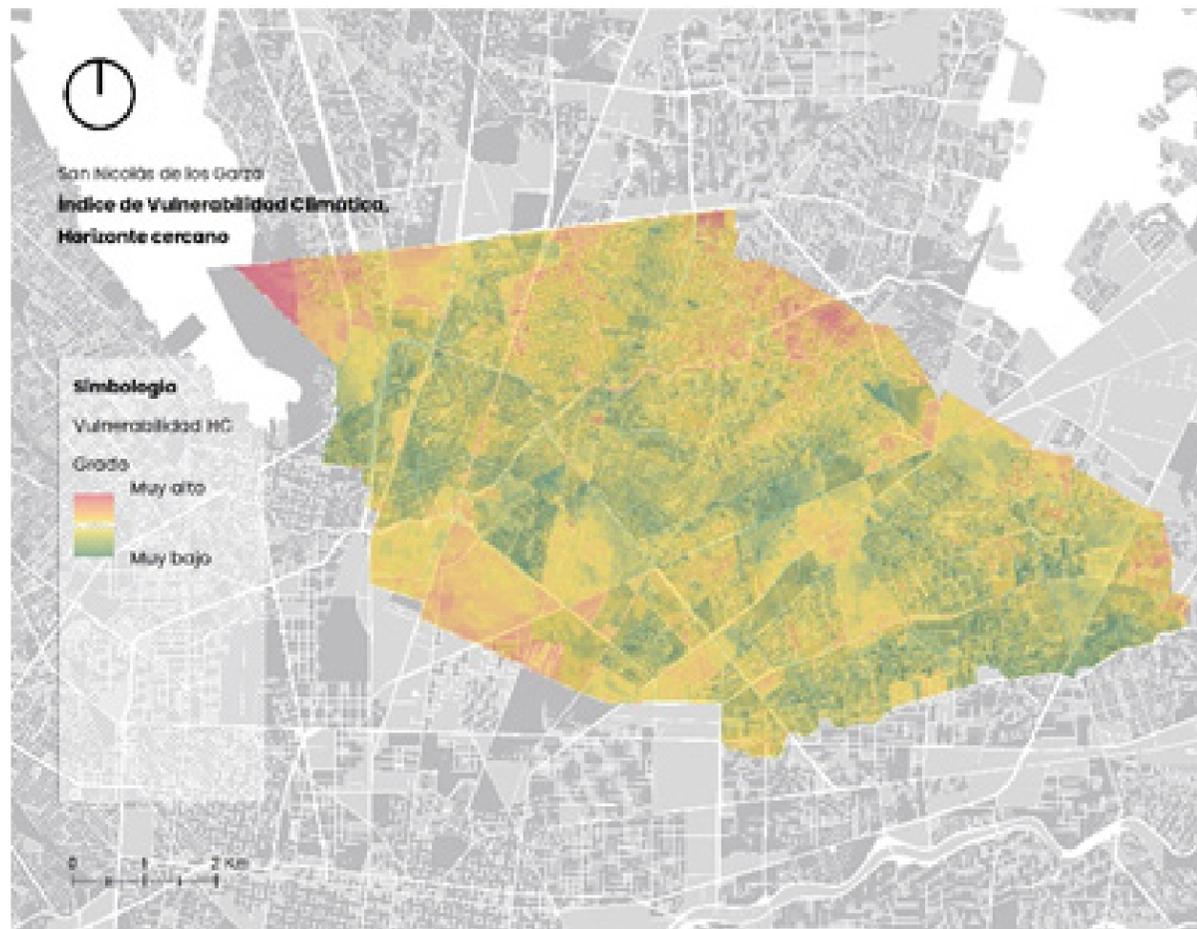
La mayor parte del territorio presenta Alta y Muy Alta Capacidad adaptativa por condiciones socioeconómicas de la población. No obstante, a nivel manzana urbana, existen zonas con niveles Medios, Bajos y Muy Bajos dentro del municipio. Los distritos Lagrange, Nogalar, Constituyentes, Del Vidrio, Talavera, Vicente Guerrero, Casa Blanca, Pedregal, El Refugio y CEDECO presentan varias manzanas urbanas con condiciones socioeconómicas deficientes, por tanto, cuentan con menores capacidades adaptativas para enfrentar los posibles impactos asociados al cambio climático en sus territorios.

Los distritos con menor capacidad de respuesta asociada con el acceso de la población a unidades médicas y a diferentes servicios de emergencias, sitios de impartición de justicia o de seguridad pública, así como los de atención a la salud, son los periféricos, y los de mayor cobertura y acceso a los puntos citados son los céntricos.

Índice de vulnerabilidad climática futura municipal y por distrito

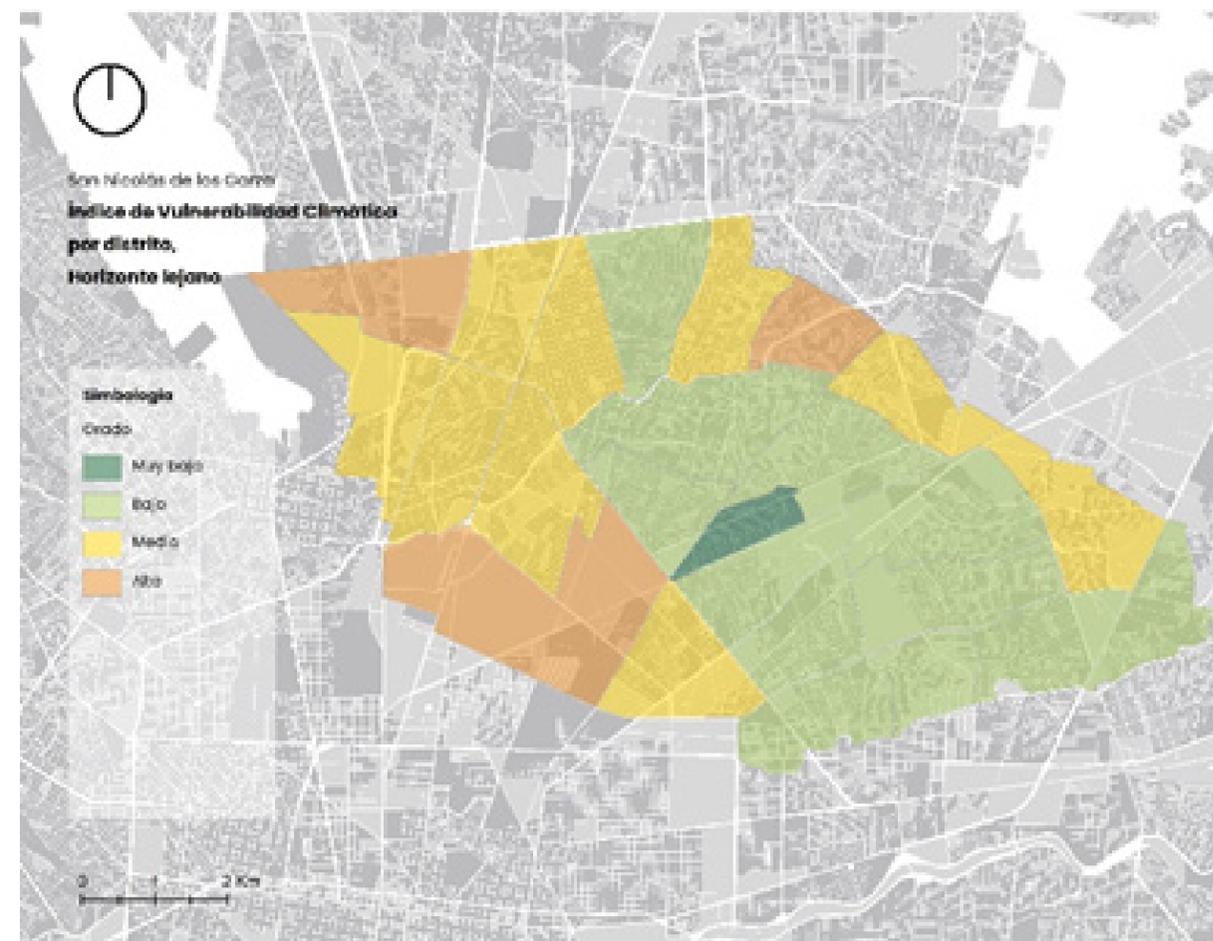
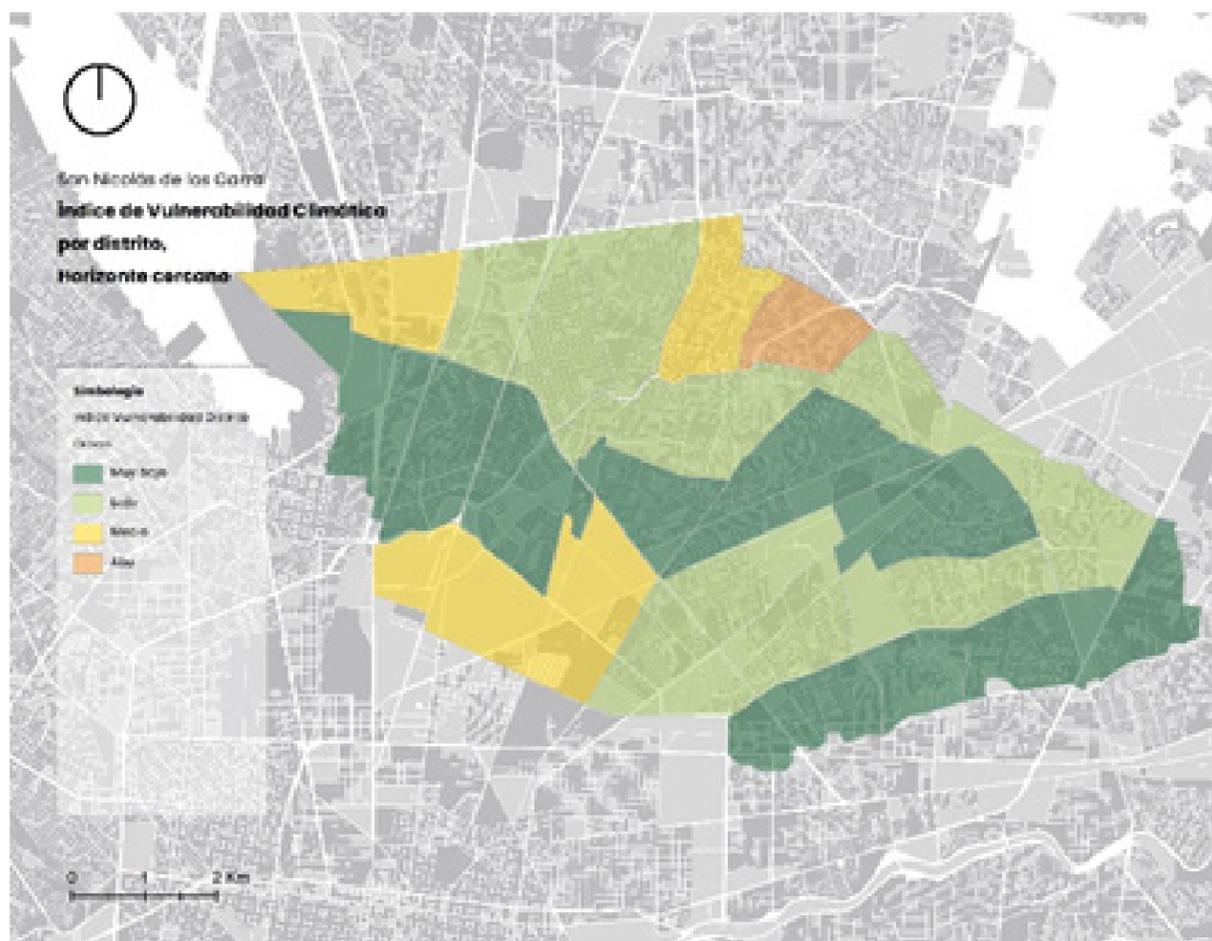
En la integración del índice de vulnerabilidad, se consideraron igual de importantes los tres factores descritos previamente (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa), por lo que la condición final de vulnerabilidad climática se analizó cartográficamente integrando cada factor y, después, clasificando el resultado en una misma escala definida por cortes naturales. Para evidenciar los cambios del horizonte cercano al horizonte lejano, se empleó el factor exposición a dos horizontes de tiempo a futuro: cercano y lejano.

Los siguientes mapas integran las diferencias en vulnerabilidad frente al cambio climático al interior de los distritos, para apreciar el detalle y la heterogeneidad de la valoración de vulnerabilidad dentro de estas demarcaciones administrativas.



Los siguientes mapas reflejan la condición de vulnerabilidad prioritaria que asume la mayoría del territorio de cada distrito, para orientar aquellas zonas de SNG que necesitan implementar más medidas de adaptación para reducir su vulnerabilidad climática futura. Los distritos Industrial, Balcones y Vicente Guerrero son los de mayor vulnerabilidad en SNG.

Los mapas finales de vulnerabilidad climática permiten identificar las zonas de mayor o menor vulnerabilidad frente a cambios del clima, con el fin de priorizar acciones dentro del municipio. La vulnerabilidad climática Muy Alta supone una combinación de niveles más altos de exposición y de sensibilidad, así como niveles más bajos de capacidad adaptativa.



La vulnerabilidad climática de San Nicolás de los Garza

Relación de distritos de acuerdo con los resultados de los factores de exposición:

		Distritos índice más alto	Distritos índice más bajo
 Exposición	Horizonte cercano	Balcones, CEDECO, El Refugio, Vicente Guerrero, Casa Bella y Centro	Los Morales, Talavera, La Fe.
	Horizonte lejano	Balcones, Cuauhtémoc, Anáhuac.	Los Morales, Talavera, La Fe, Andalucía.
 Sensibilidad		Lagrange, Pedregal, Vicente Guerrero, Balcones, Constituyentes, parte de Industrial y Residencial Anáhuac.	San Cristóbal, Los Morales.
 Capacidad adaptativa		Centro, CEDECO, Casa Bella, Constituyentes, Pedregal, Lagrange, Del Paseo.	Industrial, San Cristóbal y Santo Domingo.
Índice de vulnerabilidad climática	Horizonte cercano	Vicente Guerrero	Del Vidrio, Los Morales, Talavera, La Fe, Residencial Anáhuac, Anáhuac, Cuauhtémoc, Jardines de Anáhuac, Pedregal, Del Paseo, Casa Blanca
	Horizonte lejano	Vicente Guerrero	Pedregal

Índice de vulnerabilidad climática

La superficie municipal vulnerable aumentará en el horizonte lejano

Vicente Guerrero, Balcones, industrial, Residencial Anáhuac presentan la mayor vulnerabilidad climática en ambos horizontes. Mientras Anáhuac y Centro la tendrán en el horizonte lejano.



Ruta para la Acción Climática

En la Ruta para la Acción Climática se definen las orientaciones de política pública de la Estrategia, en cuanto a mitigación, adaptación y gobernanza, que contribuirán al logro de objetivos tanto nacionales como globales, desde una perspectiva local, que responde a las condiciones y necesidades específicas del municipio.

Para la construcción de las orientaciones de acción climática, se analizaron las políticas vigentes en materia ambiental y urbana, y se evaluaron a través de herramientas de ONU-Habitat utilizadas para la planeación de ciudades, para determinar la factibilidad de aplicación de líneas de acción de otros instrumentos a la EMAC-SNG.

Además, se llevaron a cabo acercamientos con agentes clave de la sociedad civil, la academia, los gobiernos estatal y municipal, para contar con información complementaria sobre la toma de decisiones y las acciones en materia climática. En total fueron más de 20 dependencias e instituciones académicas y cerca de 40 expertos, tomadores de decisiones, ciudadanos y miembros de la sociedad civil, quienes participaron en el ejercicio de consulta.

Líneas de acción			Nivel		
			 37	 34	 19
	Gestión integral de residuos		3	-	4
	Movilidad sostenible		2	3	1
	Eficiencia energética		2	2	1
	Gestión integral del territorio		2	3	2
	Gestión integral del recurso hídrico		4	5	3
	Manejo sostenible de los recursos naturales		4	5	2
	Gestión integral de riesgo		3	3	1
	Regulación de emisiones		2	3	1
	Financiamiento climático		4	1	1
	Gobernanza climática		6	4	2
	Innovación y transición tecnológica		2	2	0
	Comunicación		3	3	1

Orientaciones Estratégicas para la Acción Climática

Eje temático

Protección ambiental
Mitigación



Resiliencia urbana
Adaptación



Gobernanza climática



Estrategia

	E1	Monitoreo de la calidad del aire
	E2	Control de la contaminación atmosférica
	E3	Orientación hacia la habitabilidad
	E4	Promoción del uso eficiente de la energía
	E5	Gestión mejorada de los servicios públicos
	E6	Conservación de ecosistemas y vida silvestre
	E7	Recuperación de servicios ambientales
	E8	Gestión de riesgos hidrológicos
	E9	Adecuación para la provisión complementaria de agua
	E10	Información para la toma de decisiones
	E11	Normatividad y regulación
	E12	Fortalecimiento institucional
	E13	Gestión metropolitana
	E14	Comunicación y educación ambiental
	E15	Construcción de ciudadanía

Las orientaciones de política pública que conforman la Ruta para la Acción Climática de la EMAC-SNG se estructuran en tres ejes temáticos, que se componen de 15 estrategias, que agrupan un total de 39 líneas estratégicas (LE), que a su vez incluyen 181 acciones (A), todas diseñadas conforme a las necesidades, los retos y las oportunidades detectados en el diagnóstico técnico-participativo del presente instrumento.

La aplicación de estas estrategias y sus respectivas líneas estratégicas y acciones están diseñadas considerando las dinámicas existentes a nivel administrativo, político y territorial de la AUM, por lo que se complementan no solamente entre sí, sino también con los programas, las políticas y los proyectos existentes en el municipio y en el estado de Nuevo León, como, por ejemplo, los propuestos en el documento sobre la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021) y la Estrategia Municipal de Espacio Público (ONU-Habitat, 2023).

 <p>Eje temático 1</p>	<p>Protección Ambiental - Mitigación</p>		<p>Orientado a la protección ambiental, este eje temático se conforma por 5 estrategias que, en conjunto, comprenden 11 líneas estratégicas, las cuales agrupan un total de 39 acciones que tienen como objetivo evitar y capturar 1 184 082 tCO₂e para el año 2030, 3 211 476 tCO₂e para el año 2050 y 6 593 801 tCO₂e para el año 2070, con la meta final de lograr la neutralidad de carbono para el año 2100.</p> <p>Dentro de las acciones propuestas, destacan aquellas enfocadas en la reducción de emisiones en actividades y sectores sobre los que el municipio tiene competencia. Específicamente se centran en la reducción de emisiones directas causadas por la combustión, así como en la disminución de emisiones indirectas producto del uso ineficiente de la energía y otras actividades de manejo de sustancias o partículas.</p>
 <p>Eje temático 2</p>	<p>Resiliencia Urbana - Adaptación</p>		<p>En este eje se proponen 68 acciones enfocadas en la búsqueda de la resiliencia urbana, mediante la disminución y la reducción de la exposición y la sensibilidad a los cambios del clima en el municipio, así como al fortalecimiento de capacidades adaptativas. Las orientaciones integran enfoques como manejo de cuencas, protección de servicios ambientales, gestión integral de riesgos con un enfoque preventivo, Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y Adaptación basada en Comunidades (AbC).</p> <p>Las propuestas de política consideran las atribuciones del municipio de SNG a partir de 4 grandes estrategias que agrupan 15 líneas estratégicas con sus respectivas acciones.</p>
 <p>Eje temático 3</p>	<p>Gobernanza climática</p>		<p>Esta Estrategia se sustenta en el principio de que las acciones relacionadas con el cambio climático y, en particular, la construcción de capacidades de respuesta son asuntos del conjunto de la sociedad nicolaíta. Se proponen 74 acciones transversales que buscan favorecer la implementación de la EMAC-SNG.</p>

Durante los últimos 160 años de industrialización, emitieron Gases del efecto Invernadero, superan la capacidad de captura del planeta

1.1. El cambio climático

El fenómeno del cambio climático consiste en que los volúmenes de gases de efecto invernadero (GEI), emitidos durante los últimos 160 años de industrialización, superan la capacidad de captura del planeta, lo que ha resultado en un aumento constante de las concentraciones de estos gases, lo que ha incrementado el proceso natural de efecto invernadero. Las principales consecuencias de este cambio global se expresan en un incremento gradual de temperaturas, afectaciones en los patrones de lluvia y en el aumento del nivel medio del mar.

El incremento de la contaminación atmosférica ha significado que las concentraciones de bióxido de carbono hayan pasado de 280 ppm antes de

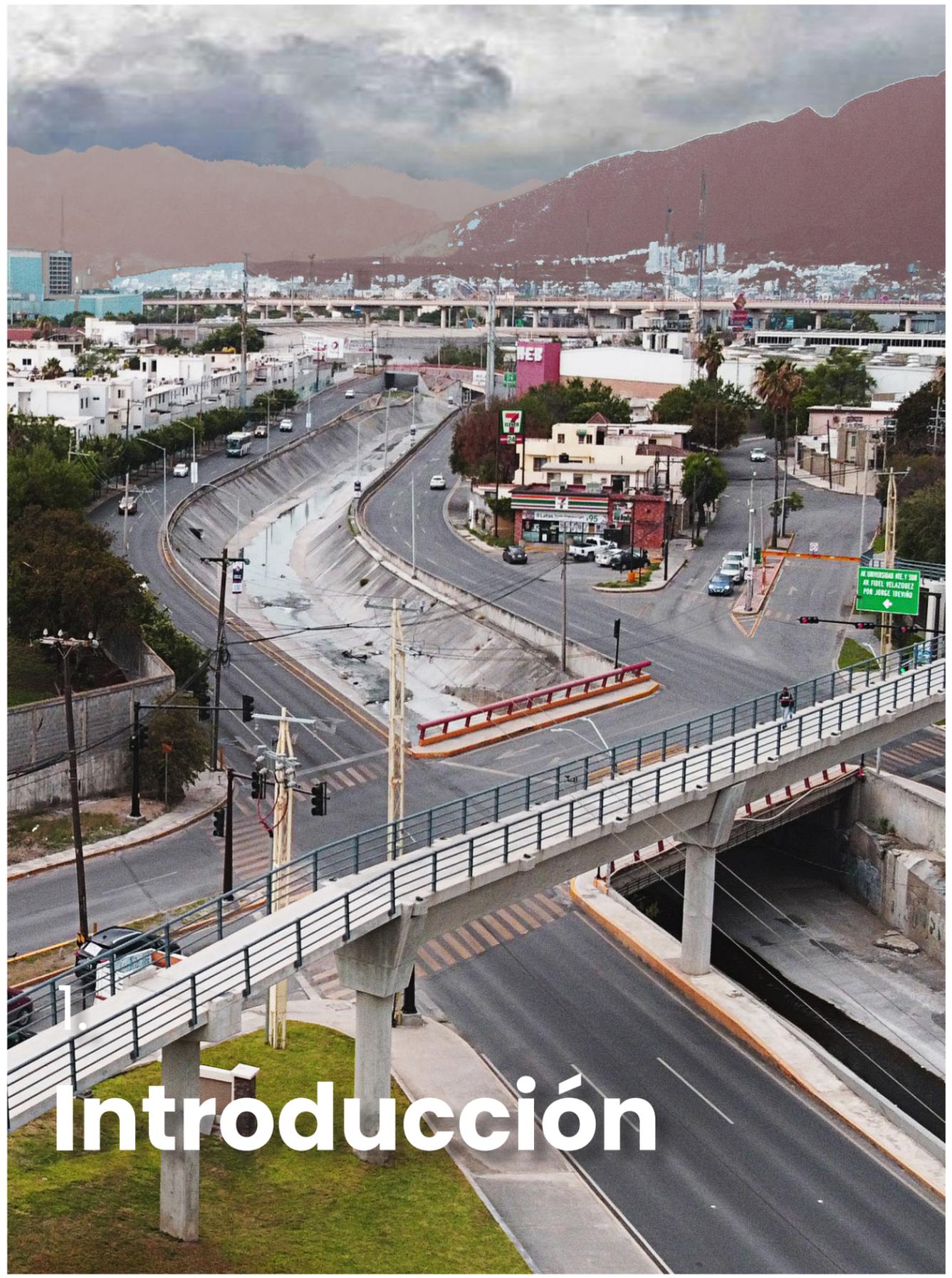
la Revolución Industrial a cerca de 410 ppm al año 2019 (IPCC, 2022). En el periodo de 2010 a 2019, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) fueron las más elevadas en comparación con cualquier década previa.

Durante los últimos diez años, el aumento en las emisiones globales de GEI registró una tasa anual del 1.5% (UNEP, 2019), en 2019 y 2021 alcanzó niveles sin precedentes. Según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2020 y 2022), las emisiones globales de GEI fueron de 52.4 GtCO₂e y 52.8 GtCO₂e respectivamente. Estas cifras son aún más altas si se consideran las emisiones derivadas del cambio de uso de suelo.

El aumento de concentraciones de GEI ha incrementado entre 0.8° a 1.3° la temperatura mundial desde 1850.

Como resultado del aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera, el rango de incremento de temperatura global en superficie atribuible a causas humanas entre 1850 y 2019 oscila de 0.8 °C a 1.3 °C, mientras que la tasa de aumento en el nivel medio del mar llegó a 3.7 mm anuales entre 2006 y 2018. Estos cambios afectarán todos los procesos naturales y todas las dimensiones del desarrollo humano.

En México, las emisiones de GEI ascendieron a 736.6 MtCO₂e en 2019, cuya mayor contribución se debió a la generación de energía eléctrica con el 23.3%, seguida por el autotransporte con el 18.5% y la ganadería de bovinos con el 13.2% (Gov. de Méx., SEMARNAT-INECC, 2022).



1. Introducción

El incremento en la concentración de GEI en la atmósfera ha transformado las dinámicas de los sistemas humanos y los ecosistemas, lo que ha provocado que los eventos climáticos se incrementen en intensidad y frecuencia, además de que ha impactado el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de las personas, la disponibilidad de agua y alimentos, la productividad y la integridad de las ciudades, y, en general, de los asentamientos humanos.

Particularmente, en las zonas urbanas se ha experimentado el aumento de temperaturas y de olas de calor, la intensificación de las sequías y cambios en los patrones de lluvia que han derivado en graves afectaciones. La infraestructura pública en las ciudades —incluidos los sistemas de energía, saneamiento, hidráulicos y de transporte— se puede ver comprometida ante los impactos del cambio climático. Para enfrentar la crisis climática, se debe prestar atención al rol de las ciudades en el desarrollo de estrategias que permitan la reducción de emisiones y el aumento de la resiliencia climática; además, deben construirse colectivamente, responder a las necesidades de la población y favorecer a los objetivos de acción climática y al ejercicio de los derechos humanos.



1.1.1. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible



El cambio climático representa el mayor reto transversal de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.

En el 2015, la Asamblea General de la ONU adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción global que busca promover la prosperidad, el bienestar de las personas, la protección del planeta y la paz universal. Sin embargo, a pesar de los logros alcanzados por las naciones mediante los avances en los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda 2030, la magnitud de los impactos del cambio climático representa una amenaza para este progreso colectivo (UNFCCC, 2019).

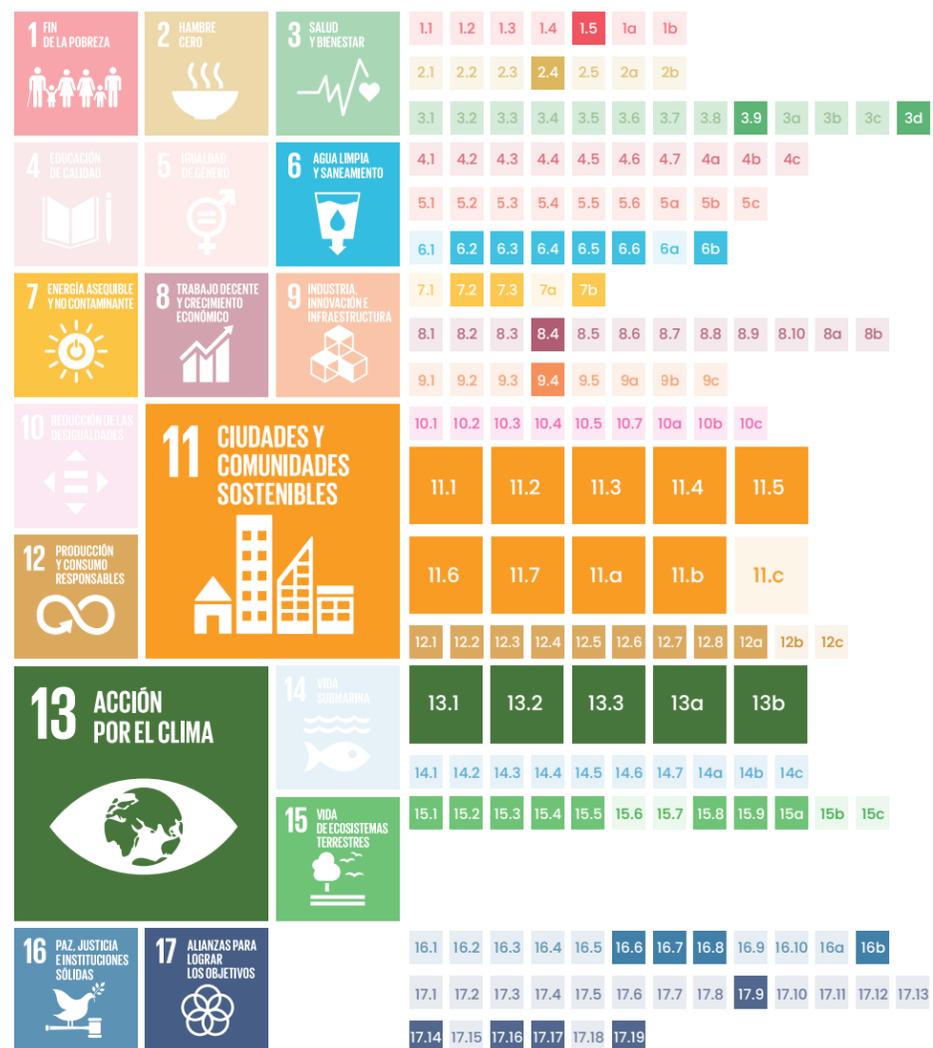
De los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) plasmados en la Agenda 2030, la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG) se enfoca principalmente en la contribución de los objetivos **11 Ciudades y comunidades sostenibles** y **13 Acción por el clima**. En el ODS 11, se plantea la necesidad de construir ciudades sostenibles y resilientes, mientras que en el ODS 13 se propone el fortalecimiento de la resiliencia y la capacidad adaptativa, la incorporación de medidas relativas al cambio climático en las políticas, las estrategias y los planes nacionales, así como la mejora en la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto a la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana. De estos objetivos, la presente Estrategia se vincula con las metas que se aprecian en la Figura 1.



La EMAC-SNG también contribuye limitadamente en los avances locales de los ODS 1 Fin de la Pobreza, 2 Hambre Cero, 8 Trabajo decente y Crecimiento económico, y 9 Industria, Innovación e Infraestructura. Mientras se vincula más ampliamente con los ODS 3 Salud y Bienestar 6 Agua limpia y Saneamiento, 7 Energía sostenible y no contaminante, 12 Producción y Consumo Responsables, 15 Vida de Ecosistemas Terrestres, 16 Paz, Justicia e Instituciones Sólidas, y 17 Alianzas para lograr los Objetivos.

En el marco de la aplicación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en 2016, México se adhirió a la Declaración de Quito sobre Ciudades y Asentamientos Humanos Sostenibles para Todos, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible, también conocida como Hábitat-III.

Durante esta conferencia, se adoptó la Nueva Agenda Urbana (NAU), que representa una visión compartida para un futuro urbano global más sostenible (ONU, 2016). La NAU brinda las bases para la creación de entornos urbanos y asentamientos humanos justos, seguros, sanos, accesibles, asequibles, resilientes y sostenibles, a través de líneas de acción que se agrupan en cuatro



La NAU brinda las bases para consolidar ciudades más resilientes, sostenibles y adaptables al cambio climático.

Desde el 2017, la NAU promueve la resiliencia urbana, reduciendo el riesgo de desastres y adaptándose a los impactos esperados mediante Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). Específicamente identifica cuatro principios: Reducción de riesgos, Desarrollo de escenarios, Planificación de sectores específicos y Desarrollo de capacidad institucional; para los cuales propone acciones como las siguientes:

- Desarrollar una estrategia de resiliencia en la ciudad.
- Desarrollar políticas de uso de suelo para la resiliencia climática.
- Desarrollar políticas de acción específicas para cada tipo de amenaza.
- Entender el financiamiento para la adaptación como una inversión y explorar las diversas fuentes de apoyo.
- Establecer fondos de recuperación antes de que surja un nuevo riesgo.
- Desarrollar sistemas de alerta e información que sean accesibles para todo público.
- Preparar a las instituciones para desastres.
- Mejorar el entorno construido y las viviendas.

Figura 1. Metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicables a la Estrategia Municipal para la Acción Climática de SNG
Fuente: Elaboración propia con datos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

dimensiones: Sostenibilidad social, Sostenibilidad económica, Sostenibilidad ambiental y Sostenibilidad espacial. La sostenibilidad ambiental busca que las ciudades “protejan, conserven, restablezcan y promuevan sus ecosistemas, agua, hábitats naturales y diversidad biológica, reduzcan al mínimo su impacto ambiental, transiten hacia la adopción de modalidades de consumo y producción sostenibles” (ONU-Habitat, 2020).



1.1.2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Los compromisos vinculantes de México en materia de acción climática se establecen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992), la cual fue adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro y ratificada más adelante, dando paso al Protocolo de Kioto (UNFCCC, 1997) y al Acuerdo de París (UNFCCC, 2015). Este último busca limitar el aumento de la temperatura global en este siglo a 2 °C, e idealmente que no sea mayor de 1.5 °C, mediante de la reducción de emisiones mundiales de GEI, lo que demanda de los países miembros el registro cada cinco años del conjunto de medidas que pueden compararse y revisarse internacionalmente, estableciendo un sistema basado en el cumplimiento voluntario y la revisión tipo peer-to-peer (Falkner, 2016).

En seguimiento a los acuerdos previos, durante la COP27 llevada a cabo en 2022 en Egipto, y derivado de las preocupaciones compartidas durante la COP26 por parte de los Estados más vulnerables de las regiones insulares del océano Pacífico y del océano Índico, se avanzó en acuerdos para el establecimiento del fondo para la implementación del mecanismo de "Daños y pérdidas". Se alcanzó una suma de 230 millones de dólares para apoyar a las comunidades cuyas vidas y medios de subsistencia han sido mayormente afectados por los impactos del cambio climático, vinculados con el incremento del nivel medio del mar (UNEP, 2022a). Se reafirmaron y fortalecieron las acciones propuestas por las Partes para limitar las emisiones de GEI, así como aquellas destinadas a la adaptación climática, y se establecieron las bases para catalizar la asistencia técnica a los países en desarrollo, que son particularmente susceptibles al cambio climático. Sobre los resultados reportados por las Partes respecto de sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés), se observó un gran avance en la ruta para mantener el cambio de la temperatura en la superficie mundial por debajo de los 1.5 °C, a través de la disminución anual del 7.6% de las emisiones de GEI (UNEP, 2022a).

Como parte de los resultados de la COP27, se reconoció que las diversas acciones para alcanzar las metas del Acuerdo de París requieren aumentar la resiliencia climática de las ciudades, mediante la participación de los distintos niveles de gobierno y la implementación de estrategias de acción climática locales, territorializadas y enmarcadas bajo un proceso de planificación urbana que permita reducir las emisiones de GEI y la vulnerabilidad climática. Lo anterior, en seguimiento a los avances de la COP26, en la que se identificó que el 84% de las NDC ya integraban elementos de planeación urbana.

El Acuerdo de París es el instrumento vinculante para la Acción Climática más importante del mundo, pues pretende limitar el aumento de la temperatura global a 2 °C.

Las NDC constituyen las metas en materia de mitigación de emisiones y adaptación al cambio climático, las cuales se pretenden alcanzar por los países para el cumplimiento del Acuerdo de París.

Durante la COP27 también fue adoptada la Iniciativa Resiliencia Urbana Sostenible para la próxima Generación (SURGe, por sus siglas en inglés), cuyo principal objetivo es la conversión de las ciudades en herramientas para la acción climática al establecerse como sistemas urbanos sostenibles y resilientes, a partir de cinco grandes ejes: gobernanza multinivel, financiación climática, fortalecimiento de la capacidad local, acceso a la transferencia tecnológica y creación de garantía de equidad (UN-Habitat, 2022).

i. Contribuciones Nacionalmente Determinadas

Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) son compromisos voluntarios propuestos por cada país en el ámbito climático. Estos compromisos surgieron como resultado de la adopción del Acuerdo de París en la Conferencia de las Partes en 2015, y se actualizan y reportan cada cinco años. Las NDC establecen objetivos y metas para la mitigación de emisiones de los gases de efecto invernadero, así como para la adaptación frente a los impactos de las amenazas climáticas. También definen el plan para alcanzar dichas metas y el tipo de sistemas para monitorear y verificar el progreso en cada una de ellas.

Hasta ahora, se han presentado dos conjuntos regulares de NDC correspondientes a los años 2015 y 2020, y recientemente, en 2022, se realizó una actualización en respuesta a la solicitud de la Conferencia de las Partes de 2021 (COP26) para revisar y fortalecer los objetivos. Esto se debe a la brecha significativa entre las reducciones de emisiones realizadas hasta 2012 y las necesarias para limitar el calentamiento global a 1.5 °C (UN-Habitat, 2020).

En 2015, México, al reconocerse como el 13.º mayor emisor de bióxido de carbono (CO₂), demostró su disposición para asumir su responsabilidad global y se comprometió firmemente a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo así al Acuerdo de París. En ese sentido, se presentaron los "Compromisos de mitigación y adaptación al cambio climático para el periodo 2020-2030", los cuales establecieron contribuciones tanto para la mitigación como para la adaptación. Estas contribuciones se clasificaron en medidas no condicionadas, que el país puede lograr con sus propios recursos, y medidas condicionadas, que requieren cooperación internacional para obtener recursos adicionales y facilitar la transferencia tecnológica efectiva (Gobierno de México, 2014).

En los compromisos presentados por México ante las Naciones Unidas en 2015 y 2020 (Figura 2), no se observaron cambios en el aumento de las metas establecidas para la mitigación. Sin embargo, hubo una modificación en la línea base originalmente presentada en 2015.

A partir de los resultados de la COP26, México ha aumentado sus compromisos de reducción de emisiones debido a la presión global y a la resolución de un tribunal nacional que suspendió los efectos legales de los compromisos presentados por el país en 2020, considerándolos regresivos en comparación con los presentados en 2015.

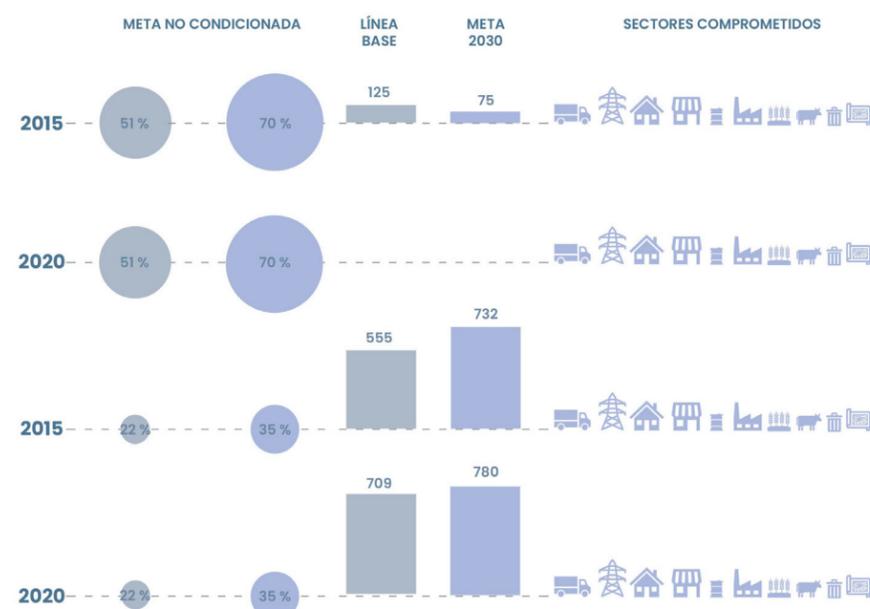


Figura 2. Comparativa de NDC mexicanas de 2015 y 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno de México, 2015 y 2020.

En esta actualización, el Gobierno de México ha realizado nuevas propuestas para ambos componentes, centrándose en acciones para la conservación, restauración y manejo sostenible de los ecosistemas. Específicamente, en el componente de mitigación, se han incrementado las metas de reducción de emisiones de GEI (Figura 3), tanto para las acciones condicionadas como para las no condicionadas. Al mismo tiempo, se han reafirmado las metas para las emisiones de carbono negro y las líneas base establecidas en la actualización de 2020.

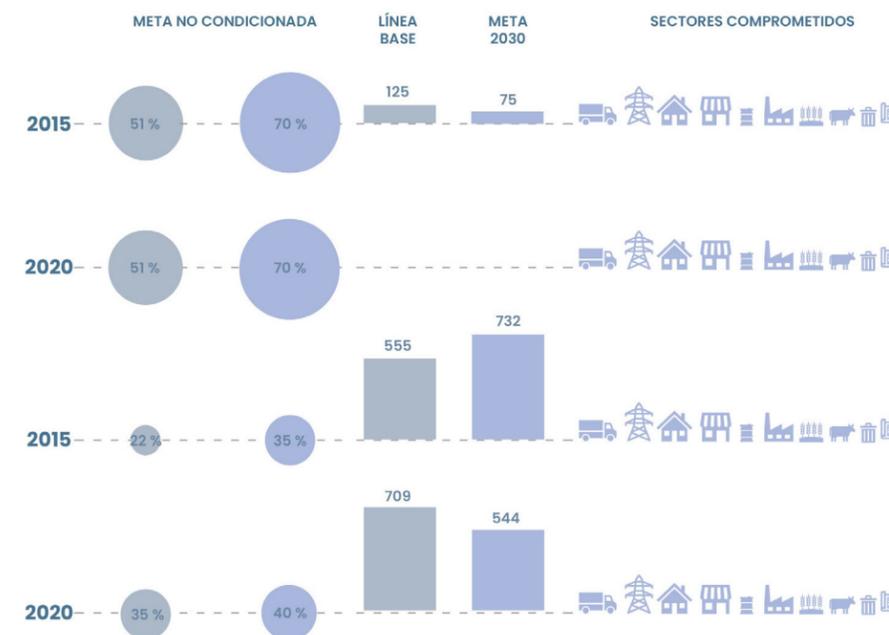


Figura 3. Comparativa de NDC mexicanas de 2015 y 2022

Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno de México, 2015 y 2022.

Como parte de las acciones destinadas para alcanzar estas NDC, se anunciaron 40 medidas en todos los sectores económicos, enfocadas en Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), acciones para la transición a un transporte bajo en carbono y normativas para la regulación y el fomento industrial. Se estimó que estas acciones permitirán reducir 88.9 MtCO₂e a las emisiones de GEI anuales, de aquí al 2030.

Entre las medidas implementadas que se enuncian para dicha disminución, destacan el Programa Sembrando Vida, los procesos para incrementar la superficie de Áreas Naturales Protegidas (ANP) en el país y la Estrategia Nacional de Carbono Azul, las cuales en conjunto podrían reducir hasta 27 MtCO₂e. Respecto a la transición a un transporte bajo en carbono, se considera la implementación de programas para la promoción del teletrabajo, del uso del ferrocarril y programas de fomento de la electromovilidad, pues conjuntamente pretenden disminuir 31.4 MtCO₂e, mientras que los programas para la regulación industrial pretenden disminuir 27 MtCO₂e.

A) Avances en San Nicolás de los Garza

En este contexto, el municipio de San Nicolás de los Garza se compromete a responder al cambio climático alineándose con las metas establecidas en el Acuerdo de París, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y la Nueva Agenda Urbana.

Concretamente, San Nicolás de los Garza ha desarrollado su Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 y su Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 (POE,2021), como herramientas que reconocen las necesidades de un desarrollo urbano resiliente al clima. Además, ha creado la Unidad de Protección Ambiental y Cambio Climático, con el objetivo de gestionar y monitorear el Programa de Protección Ambiental y Crisis Climática en el municipio; cuya base es justamente la presente Estrategia (EMAC-SNG).

Adicionalmente, dentro de su Programa Municipal de Desarrollo, ha formulado un Programa de construcción de la política climática y protección al medio ambiente que busca establecer una gobernanza climática que promueva oportunidades y genere acciones ante el cambio climático, además de fomentar una perspectiva socioambiental que ayude a diseñar proyectos y prevenir conflictos ambientales.

En consecuencia, la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG), se inserta dentro del marco de avances del municipio como un instrumento para guiar la actuación y la respuesta local frente al cambio climático, al ser la base para la elaboración del Programa Municipal de Acción Climática (PACMUN), así como para dar seguimiento a los planteamientos del documento de planeación estratégica Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 y al Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 (POE,2021).



1.2. Objetivos de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza

La EMAC-SNG consta de un conjunto de estrategias, líneas estratégicas y acciones que buscan, desde las competencias municipales, disminuir la contaminación atmosférica, aumentar la resiliencia urbana y construir condiciones de gobernanza, mediante el diseño y la instrumentación de una Ruta para la Acción Climática, cuyos objetivos particulares son:

i. Caracterización climática

- Contar con información estratégica sobre los principales aspectos de la variabilidad natural del clima y los impactos esperados bajo condiciones de cambio climático en San Nicolás de los Garza.



ii. Mitigación

- Conocer el estado actual y las tendencias históricas sobre calidad del aire y las emisiones a la atmósfera.
- Identificar oportunidades para la reducción de emisiones de los gases de efecto invernadero.
- Proponer rangos de reducción, estrategias y acciones para la mitigación en sectores prioritarios.



iii. Adaptación

- Reconocer las condiciones locales de vulnerabilidad frente a cambios del clima.
- Conocer la exposición a amenazas, la sensibilidad socioambiental y la capacidad adaptativa del territorio municipal.
- Estimar la vulnerabilidad climática del municipio a un horizonte cercano (2021-2040) y uno lejano (2081-2100) a nivel local.
- Orientar estrategias, líneas estratégicas y acciones para la adaptación.



iv. Gobernanza climática

- Proponer medidas para la construcción de gobernanza local para enfrentar la crisis climática.



2.

Fundamentos de política nacional

La Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG) se sustenta en los diversos instrumentos y acuerdos internacionales descritos previamente, en materia de desarrollo sostenible, gestión de riesgos de desastre, desarrollo urbano y asentamientos humanos. Dentro del proceso de planificación para la acción climática local se

sujeta, en lo general, a disposiciones jurídicas y a múltiples instrumentos de planeación nacionales, estatales, metropolitanos y municipales, además de sobre gestión ambiental, cambio climático, gestión de riesgos y desarrollo urbano; los que guían políticas, estrategias y acciones del presente instrumento (Tabla 1).

Tabla 1. Instrumentos normativos aplicables en la EMAC-SNG

Fuente: ONU-Habitat, 2022.

Instrumento			
Nivel	Jurídico		Programáticos
Nacional	<ul style="list-style-type: none"> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente NOM-SEMARNAT: 34-44, 46, 48, 50, 76, 85, 97, 98, 105, 121, 123, 156,165 Ley General de Cambio Climático Ley General de Protección Civil Ley Federal de Responsabilidad Ambiental Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Ley General de Salud NOM-SSA1: 20-23,25,26 		<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Nuevo León 2030
Estatal	<ul style="list-style-type: none"> Ley Ambiental del Estado de Nuevo León Ley de Cambio Climático del Estado de Nuevo León Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Nuevo León Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Nuevo León 		<ul style="list-style-type: none"> Plan Estatal de Desarrollo de Nuevo León 2022-2027 Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Nuevo León 2030 Programa de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Nuevo León 2010-2015 Programa de Gestión para mejorar la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León (ProAire 2016-2025)
Metropolitano			<ul style="list-style-type: none"> Plan Metropolitano 2000-2021: Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada de Monterrey
Municipal	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento de Protección al Medio Ambiente Reglamento de Cambio Climático Reglamento de Protección Civil del municipio de San Nicolás de los Garza Reglamento de Desarrollo Urbano Sustentable de San Nicolás de los Garza, Nuevo León 		<ul style="list-style-type: none"> Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 Plan Municipal de Desarrollo de San Nicolás de los Garza 2021-2024 Plan de Desarrollo Urbano Sustentable de San Nicolás de los Garza 2013-2033 Plan de Desarrollo Sustentable 2020-2050 del Municipio de San Nicolás de los Garza

2.1. Marco jurídico y de planeación

2.1.1. Nacional

i. Instrumentos jurídicos

A) *Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF, 1988)*

Aborda diversos aspectos relacionados con la conservación y protección del medio ambiente, para lo cual establece lineamientos para el uso sustentable de los recursos naturales, la preservación de los ecosistemas, la prevención y el control de la contaminación, así como promover la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales. También regula temas como la evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades, el manejo adecuado de los residuos, la protección de áreas naturales, la promoción del desarrollo sustentable, así como la vigilancia y protección de los recursos naturales.

B) *Ley General de Cambio climático (DOF, 2012)*

Su objeto es enfrentar el cambio climático y sus efectos adversos, a través de la regulación de acciones de mitigación y adaptación en el país. Para ello, establece disposiciones que promueven la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, fomentan el desarrollo de energías limpias e impulsan la conservación y restauración de ecosistemas para el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas naturales y humanos frente al cambio climático. También incorpora el derecho a la información y la transparencia activa, estableciendo el Sistema de Información sobre el

Cambio Climático, el cual recopila indicadores relacionados con las emisiones, los pronósticos climáticos, la vulnerabilidad de asentamientos humanos y otros aspectos relevantes. De igual manera, la ley contempla la elaboración de políticas y estrategias nacionales, así como la participación de las entidades federativas en la acción climática.

C) *Ley General de Protección Civil (DOF, 2020)*

Establece las políticas nacionales y las bases de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en materia de protección civil, relacionadas con cambio climático, damnificados, desastres, emergencias, evacuaciones, fenómenos naturales y antropogénicos, gestión integral de riesgos, infraestructura estratégica, mitigación, prevención, preparación, reconstrucción, reducción de riesgos, resiliencia, vulnerabilidad, zonas de riesgo y zonas de desastre, entre otros.

D) *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (DOF, 2013)*

Regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión

ambiental. Asimismo, introduce los conceptos de daño ambiental y responsabilidad ambiental, mientras que establece los lineamientos de creación de un órgano judicial especializado en materia ambiental para la resolución de controversias ambientales.

E) *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (DOF, 2016)*

Tiene como objetivo regular y promover un desarrollo urbano sustentable y equilibrado. Esta ley establece lineamientos para el ordenamiento del territorio, la planificación y el desarrollo de asentamientos humanos, buscando garantizar el acceso a una vivienda digna, servicios básicos, infraestructuras adecuadas y espacios públicos de calidad. Además, promueve la eficiencia en el uso de recursos naturales, la conservación del patrimonio cultural y natural, la inclusión social, la movilidad urbana sostenible y la participación ciudadana en la toma de decisiones.

F) *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2015)*

Esta ley tiene por objetivo establecer los lineamientos y las disposiciones para propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial para evitar la contaminación de los suelos y aguas nacionales. Fomenta la participación ciudadana, la educación ambiental y la cooperación interinstitucional para la gestión integral de residuos, y establece la jerarquía de acciones para su tratamiento y disposición final.

G) *Ley General de Salud (DOF, 2022)*

Busca garantizar la salud de las personas al establecer lineamientos para regular el sistema de salud, promover la prevención de enfermedades, garantizar el acceso equitativo a los servicios de salud de calidad, así como la regulación de productos y servicios relacionados con la salud. En materia de medio ambiente, establece la obligatoriedad de la Secretaría de Salud y el Consejo de Salubridad General de prevenir y combatir los efectos nocivos de la contaminación ambiental en la salud.

H) Normas mexicanas en materia de calidad del aire

Las normas reglamentarias en materia de calidad del aire tienen el propósito de regular, reducir y controlar las emisiones a la atmósfera que sean hechas por cualquier fuente, con el fin de asegurar el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. Estas se fundamentan en el artículo 4 constitucional, que garantiza el derecho humano al medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, así como en los artículos 17 fracción I de la Ley General de Salud, y los 111 y 112 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en donde se establece que, dado que la calidad del aire debe ser satisfactoria para todos los asentamientos humanos, las autoridades competentes en la materia deberán establecer los lineamientos que permitan garantizar ese bienestar y salud de las personas.

- NOM-156-SEMARNAT-2012 (DOF, 2012) Especifica las condiciones mínimas que deben ser observadas para el establecimiento y la operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, y son de observancia obligatoria para los gobiernos locales en los asentamientos humanos con más de 500 000 habitantes en las zonas metropolitanas, así como en los asentamientos humanos con emisiones superiores a 20 000 toneladas anuales de contaminantes criterio primarios a la atmósfera.
- NOM-034-SEMARNAT-1993, NOM-035-SEMARNAT-1993, NOM-036-SEMARNAT-1993, NOM-037-SEMARNAT-1993, NOM-038-SEMARNAT-1939 (DOF, 1993) Establecen los métodos de medición para determinar la concentración de diversas partículas y gases contaminantes (MO, PM, O₃, NO₂, SO₂, SO_x y sulfuros) en la atmósfera y en las plumas de dispersión de los equipos de emisión.

- NOM-165-SEMARNAT-2013 (DOF, 2013) Establece la lista de sustancias sujetas a reporte ante los tres niveles de gobierno, para el Registro de Emisiones y la Transferencia de Contaminantes a nivel nacional.
- NOM-040-SEMARNAT-2002, NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-046-SEMARNAT-2017, NOM-048-SEMARNAT-1993, NOM-050-SEMARNAT-2018, NOM-076-SEMARNAT-2012, NOM-085-SEMARNAT-2011, NOM-097-SEMARNAT-1995, NOM-098-SEMARNAT-2002, NOM-105-SEMARNAT-1996, NOM-SEMARNAT-121-1997, NOM-123-SEMARNAT-1998 Establecen los niveles máximos de emisión permitidos para diversos compuestos contaminantes, que obligatoriamente las fuentes fijas y móviles deben observar según el tipo de compuesto, el giro de las fuentes fijas y las características de la fuente móvil.
- NOM-020-SSAI-2014, NOM-021-SSAI-2021, NOM-022-SSAI-2019, NOM-023-SSAI-1993, NOM-025-SSAI-2021, NOM-026-SSAI-1993 Establecen los valores límite permisibles de concentración de diversos contaminantes (O₃, CO, SO₂, NO₂, PM y Pb) en el aire, para la protección de la salud humana.

ii. Instrumentos programáticos

A) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (DOF, 2019)

Es el documento rector que establece las metas, estrategias y políticas prioritarias para orientar el desarrollo del país. Establece el compromiso con la sostenibilidad del desarrollo, a través de acciones que consideren los impactos sociales, ecológicos y económicos de México para avanzar hacia un desarrollo resiliente, justo y solidario.

B) Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (DOF, 2021)

Su objetivo es guiar las acciones gubernamentales y de los particulares, para abordar los desafíos del cambio climático en el país, adaptarse a sus impactos y transformarse en una economía con menos emisiones. Busca disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los sistemas productivos, la infraestructura estratégica, los ecosistemas y su biodiversidad, mediante el impulso de procesos de adaptación y el fomento de la resiliencia urbana. Entre sus estrategias se encuentran la promoción de energías limpias, la eficiencia energética, la conservación y restauración de ecosistemas, la protección de la biodiversidad, la gestión sustentable del agua, la movilidad sostenible y la promoción de la agricultura sustentable.

C) Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024 (DOF, 2021)

Es el instrumento rector que guía y establece las directrices y los lineamientos para el desarrollo territorial y urbano equilibrado de los asentamientos humanos en el país, de forma sostenible. Fomenta la gestión adecuada de los recursos naturales, la protección y conservación del patrimonio natural, la promoción de la movilidad sustentable y la promoción de ciudades compactas y resilientes. Específicamente, su objetivo prioritario 6 se enfoca en fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes, a través de la estrategia prioritaria 6.4, la cual persigue mejorar las capacidades adaptativas del territorio ante el cambio climático para disminuir la vulnerabilidad de la sociedad y de los ecosistemas ante sus efectos, mientras que con la estrategia prioritaria 6.5 busca promover la política territorial de gestión integral de riesgo, dirigida a la prevención, mitigación, adaptación y recuperación del territorio y sus habitantes ante fenómenos perturbadores.

2.1.2. Estatal

i. Instrumentos jurídicos

A) *Ley Ambiental del Estado de Nuevo León (POE, 2005)*

Tiene por objeto propiciar la conservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el desarrollo sustentable del estado, estableciendo el derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para el desarrollo, salud y bienestar de la población. Establece disposiciones generales en donde define las atribuciones de las autoridades competentes en materia ambiental, así como los principios que deberán cumplirse para la formulación, evaluación y ejecución de la política ambiental estatal. Además, establece las disposiciones para la preservación, protección y restauración en las áreas naturales protegidas, así como el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, los recursos forestales y los elementos naturales. También define las normas para la prevención y el control de la contaminación atmosférica, la contaminación del suelo y la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos, a través de sus lineamientos para el manejo y gestión integral de los residuos no peligrosos, la actuación en caso de contingencias ambientales y la promoción de la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental y de los recursos naturales.

B) *Ley de Cambio Climático del Estado de Nuevo León (POE, 2019)*

Establece disposiciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero desde la acción estatal. Para ello, introduce las figuras de Inventario y Registro de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, así como diversos organismos y mecanismos para la promoción, planeación y evaluación de políticas en materia de cambio climático, como la Comisión Intersecretarial del Cambio Climático del Estado, el Fondo Estatal para el Cambio Climático y el Programa Estatal de Cambio Climático, el cual es un instrumento de política transversal derivado del Plan Estatal de Desarrollo (Gobierno de México, 2022).

C) *Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Nuevo León (POE, 2009)*

Esta ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales, así como determinar el ejercicio de las atribuciones que en materia forestal le correspondan al estado de Nuevo León y a sus municipios. Busca fomentar la conservación de la biodiversidad, la restauración de ecosistemas forestales, la prevención y el combate de incendios forestales, así como la promoción de actividades forestales sustentables. A nivel institucional, establece la creación del Consejo Estatal Forestal y de los Consejos Regionales y sus representaciones municipales.

ii. Instrumentos programáticos

D) *Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Nuevo León (POE, 2017)*

Establece las normas básicas para la planeación, la regulación y el ordenamiento del uso del territorio estatal, así como de sus asentamientos humanos, mediante la distribución de concurrencias del estado y los municipios. Define los principios y criterios para determinar las provisiones, las reservas, los usos de suelos y los destinos de áreas y de predios en los centros de población, garantizando la protección y el acceso equitativo de la ciudadanía a bienes, servicios y actividades económicas de forma oportuna y sostenible.

A) *Plan Estatal de Desarrollo de Nuevo León 2022-2027 (POE, 2022a)*

Es un instrumento que establece la visión, los mecanismos, las políticas y los programas por implementarse a nivel estatal en materia social, económica, y de gobernanza. Específicamente, en su eje 2: Generación de Riqueza sostenible incluye el tema de cambio climático, en donde describe la importancia de definir una ruta de descarbonización en el estado que permita alcanzar las emisiones netas cero del sector energético para el 2050, y se establecen metas concretas de mitigación para el 2027. Asimismo, establece como objetivo el fortalecimiento de alianzas para la coordinación en temas de adaptación climática con diferentes sectores, mientras en el apartado 2.8 determina la necesidad de implementar acciones de arborización y mejora del entorno urbano para aumentar la resiliencia urbana.



B) Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Nuevo León 2030 (POE, 2012)

Como instrumento rector del desarrollo urbano y territorial del estado de Nuevo León, define en su "Estrategia G" objetivos para lograr la sustentabilidad de la ciudad a través del crecimiento urbano compacto y ordenado, en el que además se promueva la reducción de gases de efecto invernadero. A su vez, en su "Estrategia F", plantea objetivos para el mejoramiento de los sistemas de energía, comunicaciones y saneamiento de agua, así como para la mejora de los mecanismos de prevención de riesgos en los asentamientos humanos. Este mejoramiento incluye la evaluación de los riesgos ambientales a nivel estatal y la protección de las áreas naturales para la mitigación de riesgos, mediante el fortalecimiento del marco normativo. El programa busca con ello garantizar el equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental, para alcanzar una mejor calidad de vida para los habitantes del estado.

C) Programa de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Nuevo León 2010-2015 (POE, 2010)

Fue un plan estratégico diseñado para abordar los desafíos del cambio climático en el estado, en el cual se establecieron acciones estratégicas para combatir el cambio climático. Como primera estrategia proponía la mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) generados por las actividades productivas del estado, mientras que la segunda planteaba continuar con estrategias de adaptación al cambio climático y estrategias transversales. Este programa empleaba cifras de emisiones de GEI para el año 2005, por lo que sus metas fueron de carácter indicativo, voluntarias y aspiracionales. En el documento se aclaraba que los logros de las metas de mitigación estarían

supeditados a los marcos de nuevos acuerdos multilaterales acordados como resultado del artículo 4.3 de la CMNUCC (1992). Actualmente no se encuentra vigente; no obstante, debido a que constituye el último programa en su tipo para el estado, su análisis resulta una importante referencia para la EMAC-SNG.

D) Programa de Gestión para mejorar la Calidad del Aire del estado de Nuevo León. ProAire 2016-2025 (SEMARNAT & Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo León, 2016)

En él se busca abordar los problemas de la contaminación del aire del estado, para proteger la salud de las y los habitantes. Para ello, identifica y fomenta la aplicación de medidas para la reducción y control de emisiones, en función de los resultados del inventario y del análisis de los registros de la red de monitoreo. Estas medidas y acciones fueron acordadas con los diversos sectores (transporte, industria, municipios, organizaciones no gubernamentales, academia, población en general, entre otros), para poder ser implementadas. Describe además la relación de emisiones contaminantes con su fuente de emisión, así como sus impactos sobre la salud y su relación con las normas e indicadores de la calidad del aire. Cada estrategia incluye un análisis de la cantidad de contaminantes a reducir, los costos de la implementación de las medidas de mitigación, los responsables de implementación y seguimiento, y la legislación aplicable.

2.1.3. Metropolitano

i. Instrumentos programáticos

A) Plan Metropolitano 2000-2021: Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada de Monterrey (POE, 2000)

El Plan Metropolitano 2000-2021 fue el instrumento que actualizó el Plan Director de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Monterrey (PDDUAMM). En él se propone la visión de ciudad ideal, para el que se incluyen cinco objetivos generales: mejorar la calidad de vida, consolidar la AUM dentro del sistema mundial de ciudades, evitar el crecimiento urbano a través de la consolidación del área existente, crecimiento urbano ordenado y promover una sociedad justa y equitativa (Anaya, 2010).

2.1.4. Municipal

i. Instrumentos jurídicos

A) Reglamento de Protección al Medio Ambiente del Municipio San Nicolás de los Garza (POE, 2008)

Reglamento de orden público e interés social que tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, restauración, preservación y regeneración del ambiente, así como para el control, la corrección y la prevención de los procesos de deterioro ambiental dentro del municipio de San Nicolás de los Garza. Establece las funciones de la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y la Comisión de Protección al Ambiente, y promueve la participación ciudadana para conocer, atender, prevenir, controlar o, en su caso, corregir los efectos negativos en el ambiente que se generen por las actividades industriales, comerciales, de servicio y habitacionales de competencia municipal (art. 11) y en materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (art. 12).

B) Reglamento de Cambio Climático del Municipio San Nicolás de los Garza (POE, 2021)

Reglamento de orden público y de interés general, que establece las disposiciones para prevenir y enfrentar los efectos adversos de la crisis climática, así como promover y fortalecer la resiliencia socioambiental dentro del territorio municipal. Establece como funciones del municipio formular, implementar y evaluar la política municipal en materia de cambio climático, en concordancia con la política nacional y estatal, así como promover la incorporación de la política municipal en materia de cambio climático como eje transversal a las políticas públicas del municipio.

Prioriza la protección ambiental, equilibrio ecológico y la funcionalidad de los ecosistemas; la planeación y desarrollo urbano; la protección civil; la gestión de los residuos municipales; las acciones que promuevan el uso del transporte público y la pirámide invertida de la movilidad; el ahorro y cuidado de los recursos naturales como el agua, suelo, calidad del aire y de los recursos energéticos, así como el fomento de la economía circular local. De igual manera, establece la necesidad de contar con el Inventario de Emisiones de GEI del Municipio y declara la existencia del Fondo Municipal para la Protección Ambiental y la Crisis Climática como un instrumento financiero que contribuye a la materialización de las líneas estratégicas del Programa Municipal para la Protección Ambiental y el Cambio Climático.

C) Reglamento de Protección Civil del Municipio de San Nicolás de los Garza (POE, 2005)

Tiene por objeto regular las acciones de protección civil que se lleven a cabo en el municipio y establecer las bases de integración, coordinación y funcionamiento del Sistema Municipal de Protección Civil, además de regular las acciones de prevención, mitigación, auxilio, salvaguarda, de las personas, sus bienes, la propiedad pública y el medio ambiente. Asimismo, busca garantizar el funcionamiento de los servicios públicos indispensables y sistemas estratégicos en casos de emergencia y desastre. Como herramientas, considera el Atlas Municipal de Riesgos que integra los riesgos actuales y probables para personas, habitantes, bienes y medio ambiente; el Plan de Contingencias; el Programa Interno de Protección Civil; la tabla para Determinar el Grado de Riesgo, y el Sistema Municipal de Protección civil.

D) Reglamento de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de San Nicolás de la Garza (POE, 2013)

Establece las normas y disposiciones para el crecimiento y desarrollo del municipio de manera sustentable y equilibrada. Este reglamento tiene como objetivos principales regular el uso de suelo, la densidad poblacional, la infraestructura, la conservación del patrimonio cultural y natural, la movilidad urbana, la protección del medio ambiente y la calidad de vida de los habitantes. Establece los lineamientos para el diseño y la construcción de viviendas, comercios, industrias y áreas públicas, considerando la eficiencia energética, la gestión de residuos, la preservación de áreas verdes y la accesibilidad universal. Además, plantea que el desarrollo urbano resiliente al cambio climático debe incluir procesos transversales, utilizando la zonificación como una herramienta para aumentar la resiliencia climática y reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

ii. Instrumentos programáticos

A) Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 (POE, 2021)

Es el instrumento de planeación que orienta las acciones a realizarse por el gobierno municipal durante el periodo señalado. En materia climática, su eje 2: San Nicolás cuidando el planeta se enfoca en la construcción de la política climática y la protección al medio ambiente a través de la promoción de actividades y programas municipales de reforestación, implementación de huertos comunitarios urbanos en colonias específicas, así como programas de recolección y reciclaje de residuos. El plan establece estrategias y líneas de acción para su réplica, así como de otras acciones como la promoción de la economía circular y la gestión integral de la calidad del aire. En él se establece, además, el diseño participativo de un plan de acción climática, como objetivo prioritario del municipio.

B) Plan de Desarrollo Urbano Sustentable de San Nicolás de los Garza 2013-2033 (POE, 2013)

Es el instrumento que establece los lineamientos normativos para el desarrollo urbano adecuado, sostenible y resiliente. Incluye conceptos de mitigación y adaptación climática, en donde se remarca la importancia de considerar actividades que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de contar con un programa de acción municipal para enfrentar al cambio climático. También destaca la importancia de medir los impactos climáticos en los sistemas ecológicos, sociales o económicos, y define acciones de conservación del medio ambiente donde se incluyen objetivos y metas para la prevención de riesgos y promover la resiliencia urbana a través de mejoras de la infraestructura verde.

C) Plan de Desarrollo Sustentable 2020-2050 del Municipio de San Nicolás de los Garza (en consulta pública, octubre 2022)

Instrumento en proceso de aprobación que pretende sustituir al Plan de Desarrollo Urbano Sustentable de San Nicolás de los Garza 2013-2033. Establece medidas de planeación que resuelvan los retos derivados del crecimiento constante de la ciudad, mediante desarrollos y propuestas municipales que estén en congruencia y alineación con estrategias de la planeación metropolitana (GMSNG & ONU-Habitat, 2022). Integra acciones y lineamientos basados en la Visión de Ciudad 2030, por lo que incluye objetivos para fortalecer la resiliencia urbana y mejorar la calidad de vida de las y los habitantes a través de acciones de mitigación y adaptación.

2.2. Transversalidad de la acción climática dentro de los instrumentos para la planificación territorial y urbana

104



La Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza surge a partir del compromiso asumido por el municipio y sus habitantes por operacionalizar la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021).

Desde su planteamiento, la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 reconoce la importancia del cambio climático y su impacto en el municipio, por lo que establece objetivos y metas que abordan este desafío. Así, ambas iniciativas comparten el objetivo de promover un desarrollo urbano sostenible y resiliente al clima en San Nicolás de los Garza.

Específicamente, la EMAC-SNG se vincula directamente con el objetivo 1: Ciudad Verde y Resiliente, el cual reúne metas y líneas de acción enfocadas a la optimización del ecosistema urbano y al fortalecimiento de la infraestructura verde, así como a perfilar una respuesta ante el cambio climático, a la par de que se vincula indirectamente con los objetivos 3, 4 y 5, con los que se relaciona en temas de movilidad no motorizada, calidad del aire, seguridad y participación ciudadana.

Dentro del objetivo 1, la EMAC-SNG se vincula con las metas 1.1, 1.2, 1.3, cuyas principales materias de actuación son los espacios públicos, la infraestructura verde-azul y la promoción de la resiliencia urbana, la cual es la meta con relación más directa debido a su fuerte contenido enfocado hacia la adaptación climática.

En la meta 1.3 de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 se busca “reforzar la gobernanza y sensibilización ambiental, la coordinación e

involucramiento de actores para fomentar la resiliencia ante amenazas naturales, la reducción de riesgos, crisis sanitarias y la protección de áreas naturales” (ONU-Habitat, 2021). Las líneas de acción planteadas para lograr dicha meta refieren directamente a la formulación de un plan de acción climática en el municipio, mediante la integración de planes de adaptación y mitigación, que brinden Soluciones basadas en la Naturaleza, y que incluyan instrumentos normativos que sustenten la presente EMAC-SNG.

Por su parte, en materia de mitigación y reducción de emisiones, la EMAC-SNG se vincula con el objetivo 2: Ciudad próspera y diversificada, objetivo 3: Ciudad próxima y conectada, objetivo 5: Ciudad saludable y amigable y objetivo 6: Ciudad inclusiva e igualitaria, los cuales, de manera individual, proponen acciones cuyo efecto es la disminución de emisiones y la mejora de la calidad del aire del municipio, a través de acciones de movilidad sostenible, distribución equitativa de los usos de suelo, manejo de residuos, transición energética y monitoreo de la calidad del aire. Específicamente en temas de mitigación, se relaciona con las metas 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 5.1, 5.2, 5.4 y 6.2.

Así, puede afirmarse que la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza y la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 comparten objetivos comunes enfocados en promover el desarrollo urbano sostenible a través de la protección del medio ambiente y el ecosistema urbano, la promoción de la resiliencia urbana ante el cambio climático y la gobernanza ambiental.

105

3.

Diagnóstico estratégico

para mitigación y adaptación al cambio climático, desde un enfoque técnico y participativo

El análisis del estado actual de la atmósfera dentro del municipio se realizó a partir de la identificación de los compuestos y contaminantes de GEI existentes y emitidos durante los últimos años.

El diagnóstico estratégico que constituye la Parte I de la EMAC-SNG se conforma por elementos técnicos y colaborativos. A manera de introducción, incluye un acercamiento al contexto ambiental del municipio, con énfasis en sus características biofísicas, hidrográficas, de ocupación del suelo, infraestructura verde-azul y servicios ecosistémicos. La caracterización municipal se sustenta también en el análisis geoespacial y estadístico del territorio, que permite comprender el contexto climático de San Nicolás de los Garza (SNG), la variabilidad natural del clima y los impactos esperados bajo condiciones de cambio climático.

Posteriormente, el diagnóstico presenta el análisis de las emisiones a la atmósfera, en donde primero se describe la calidad del aire a escalas metropolitana y municipal, para lo que se identifican los niveles de concentración de las principales partículas y gases contaminantes que se reportan para la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM) y el territorio de San Nicolás de los Garza. El análisis de la calidad del aire permitió conocer tanto los componentes que se han encontrado suspendidos históricamente como los que existen en la actualidad, para tener registro de aquellos contaminantes que están fuera de los niveles óptimos recomendados.

3.1. San Nicolás de los Garza

3.1.1. Datos generales

Una vez analizada la calidad del aire del municipio, se identificaron las principales emisiones de gases contaminantes de las fuentes localizadas dentro de San Nicolás de los Garza, así como las contribuciones a estas según el tipo de fuente que las emite. Se analizaron las principales categorías o sectores de esas fuentes, para reconocer las actividades que contribuyeron en la última década a la alta o estable concentración de los contaminantes presentes en la atmósfera. La información permitió establecer las bases para diseñar medidas de mitigación de compuestos y gases de efecto invernadero (GEI), que responderán a una línea base proyectada conforme a los patrones de consumo del municipio y a la tendencia hacia la neutralidad de carbono de todas las emisiones municipales.

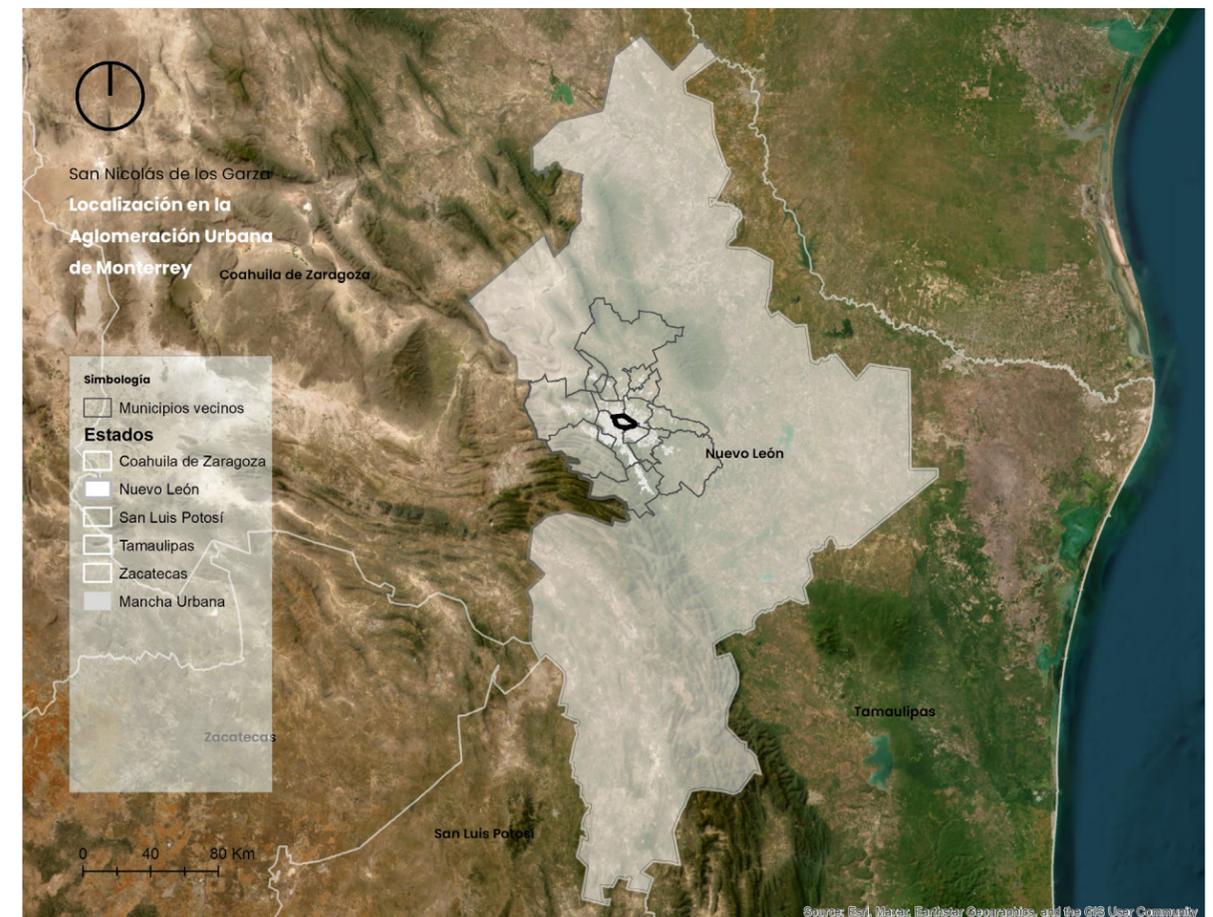
Como una tercera parte del diagnóstico técnico y para conocer la vulnerabilidad climática a corto y largo plazo en el territorio municipal, se construyó un índice a partir del análisis geoespacial de 30 indicadores, que representaron las dimensiones biofísica y sociodemográfica, así como la capacidad de respuesta del sistema urbano frente a los cambios del clima. Estos indicadores se integraron en los factores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, adecuando metodologías y estándares propuestos por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007), por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2021) y por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2019).

En cuanto al carácter colaborativo del diagnóstico, se consideró el enfoque de las y los habitantes mediante la aplicación de herramientas participativas desarrolladas y ampliamente probadas por ONU-Habitat, que contemplaron la realización de talleres donde ciudadanos, expertos, funcionarios, académicos y organizaciones civiles de San Nicolás de los Garza compartieron sus perspectivas y experiencias sobre afectaciones de cambios del clima en el municipio. Se llevaron a cabo ejercicios participativos que abrieron espacios de diálogo ciudadano en SNG, enfocados a fortalecer el diagnóstico técnico, a partir de la retroalimentación sobre el estado de la infraestructura verde-azul, áreas de riesgo y servicios ecosistémicos (Anexo 7.1). Al unir la información técnica con la obtenida a través de la participación ciudadana, se logró una perspectiva integral sobre la forma en que SNG es afectado por los cambios del clima, y se identificaron algunos retos que permitieron diseñar medidas integrales para la acción climática.

Mapa 1. Localización regional de la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM) y del municipio San Nicolás de los Garza (SNG), Estado de Nuevo León, México

San Nicolás de los Garza se localiza en el estado de Nuevo León. Representa el 0.1% del territorio estatal y junto con 16 municipios más constituye la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM) (ONU-Habitat, 2021). Aunque cuenta con una superficie de 60.1 km², su ubicación es estratégica para la dinámica metropolitana al encontrarse en la zona central de la AUM (GMSNG, 2022b).

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2022.





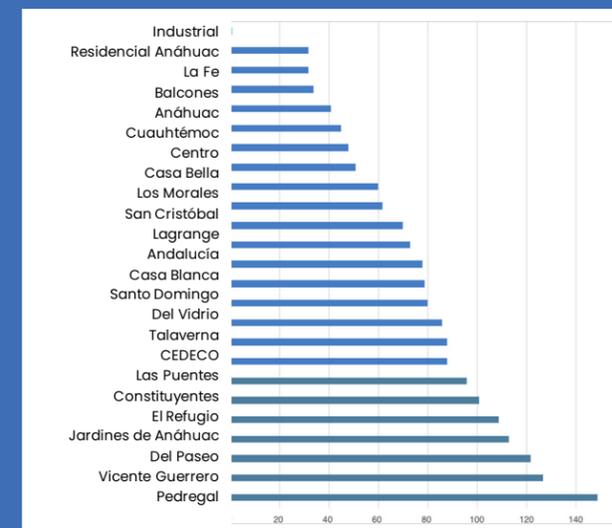
El municipio tiene una densidad poblacional no mayor de los 69 hab/ha (PDU, 2021), y aunque este valor es uno de los más altos de la aglomeración, se aleja del modelo de ciudades densas y compactas que propician dinámicas urbanas más sostenibles.

Al año 2020, SNG registró 412 199 habitantes que ocupaban un total de 121 777 viviendas, con una densidad de 28.6 viv/ha. Cabe destacar que la gran mayoría de las viviendas del municipio (el 75% de ellas) son propias, mientras que las viviendas rentadas suman tan solo el 14.40%. La tipología dominante de vivienda en SNG está conformada, en primer lugar, por casas unifamiliares o “independientes” y, en segundo lugar, están los departamentos en edificios.



Densidad de población

Según los datos del censo nacional de 2020, la población total de SNG era de 412 199 y la densidad de 69 hab/ha. Se pueden encontrar altas densidades en el Centro-Norte y Sureste, en los distritos de Pedregal, Del Paseo, Vicente Guerrero, Jardines de Anáhuac, Del Vidrio, Andalucía y Talavera. Las zonas con menor densidad se localizan en el Sur y en el Oeste del municipio. En particular, el distrito industrial muestra una densidad muy baja, por la misma naturaleza de las actividades que ahí se realizan.



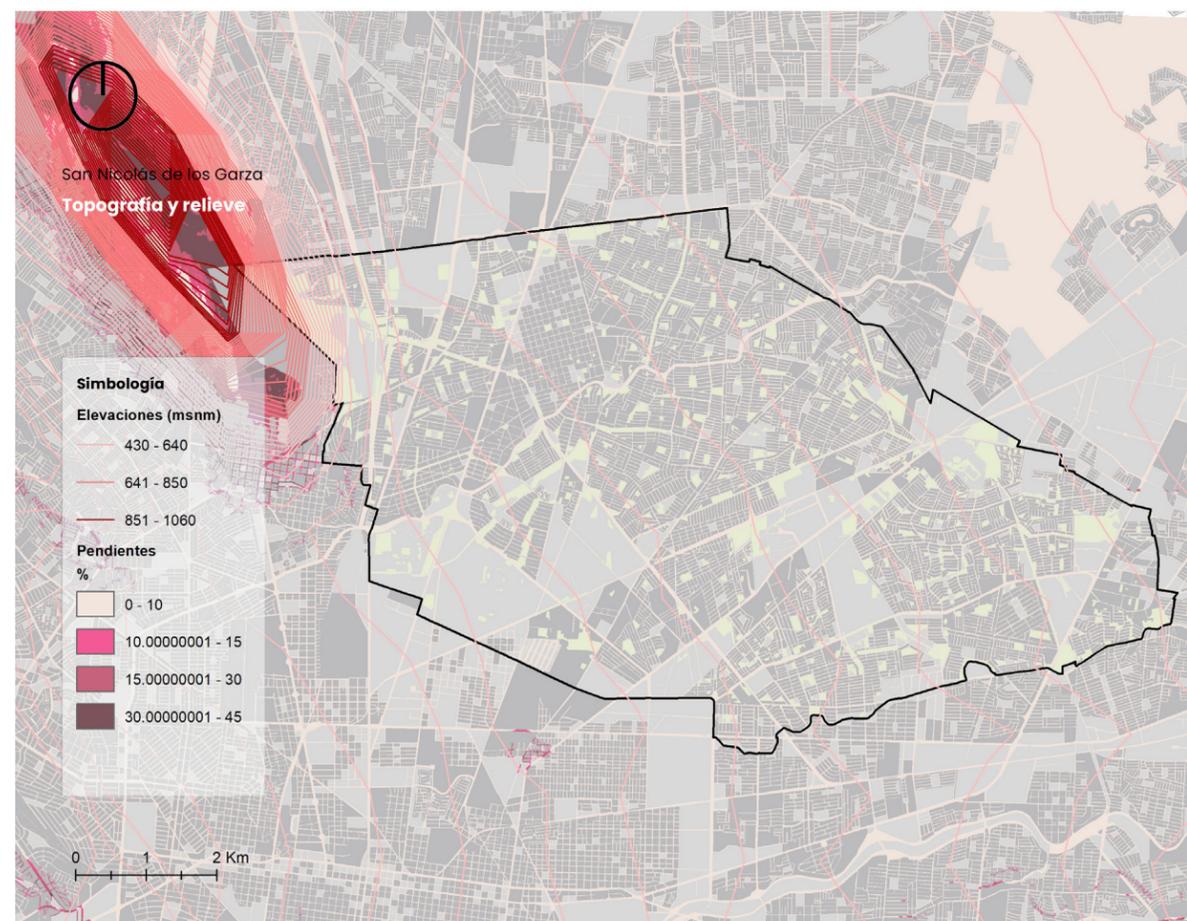
i. Topografía y relieve

El terreno de San Nicolás de los Garza es predominantemente plano con elevaciones graduales en la zona Noroeste donde se localiza el Área Natural Protegida (ANP) Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico. La máxima pendiente registrada en dicha zona es de 47°. El intervalo de altitud en la ciudad es de 460 a 910 msnm (Mapa 2).



Mapa 2. Topografía y relieve en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2013) y de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021).



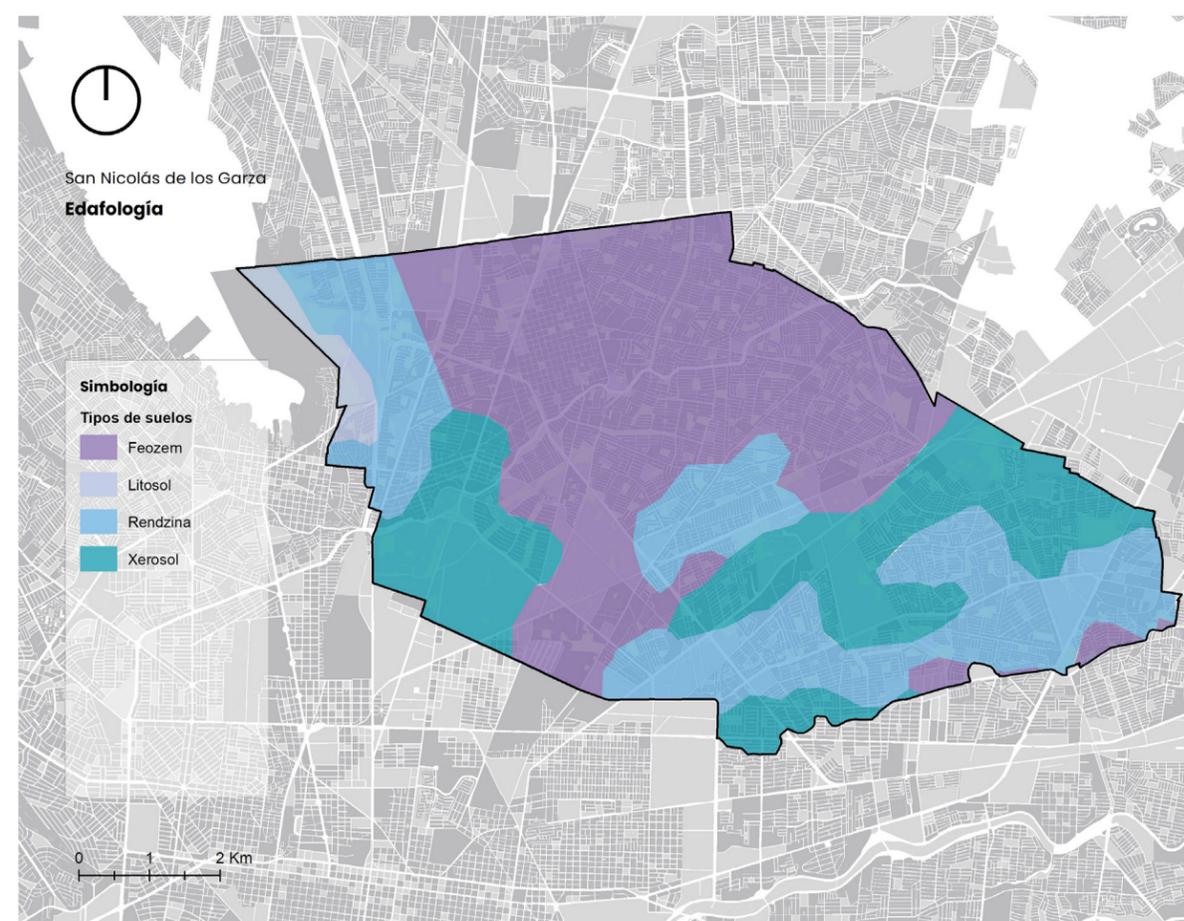
ii. Suelos

El 45% del territorio de SNG presenta tipo de suelo Feozem al Centro y Norte del municipio, que se caracteriza por sus altas propiedades de almacenamiento de agua, superficie oscura y alto contenido de materia orgánica (Mapa 3); le sigue en importancia el tipo Xerosol con el 2% de la superficie territorial, puede contener materia orgánica superficial, lo que otorga una capa superficial clara y no suele almacenar agua. Los suelos tipo Rendzina y el Litosol cubren en menor medida la superficie con el 28% y el 25% respectivamente; estas capas de suelo se caracterizan por tener poca profundidad (de 10 a 15 cm) y volumen, material rocoso y/o carbonatado, y limitada capacidad de almacenar y suministrar agua.



Mapa 3. Distribución de tipos de suelo en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Plan de Desarrollo Urbano Sustentable 2013-2033 de la ciudad de SNG.



iii. Hidrografía

San Nicolás de los Garza se ubica en la Región Hidrológico número 24 Bravo-Conchos (DOF, 2011), dentro de la Región Hidrológica (RH) Río Bravo-Conchos y la subcuenca del río Pesquería (mapas 4 y 5), que también se encuentra rodeada de las subcuencas de Salinas al Norte, Marte. R. Gómez al Noreste y San Juan al Este. En la zona Sur, Pesquería abraza la subcuenca de Monterrey y limita al Oeste con la del río San Miguel.

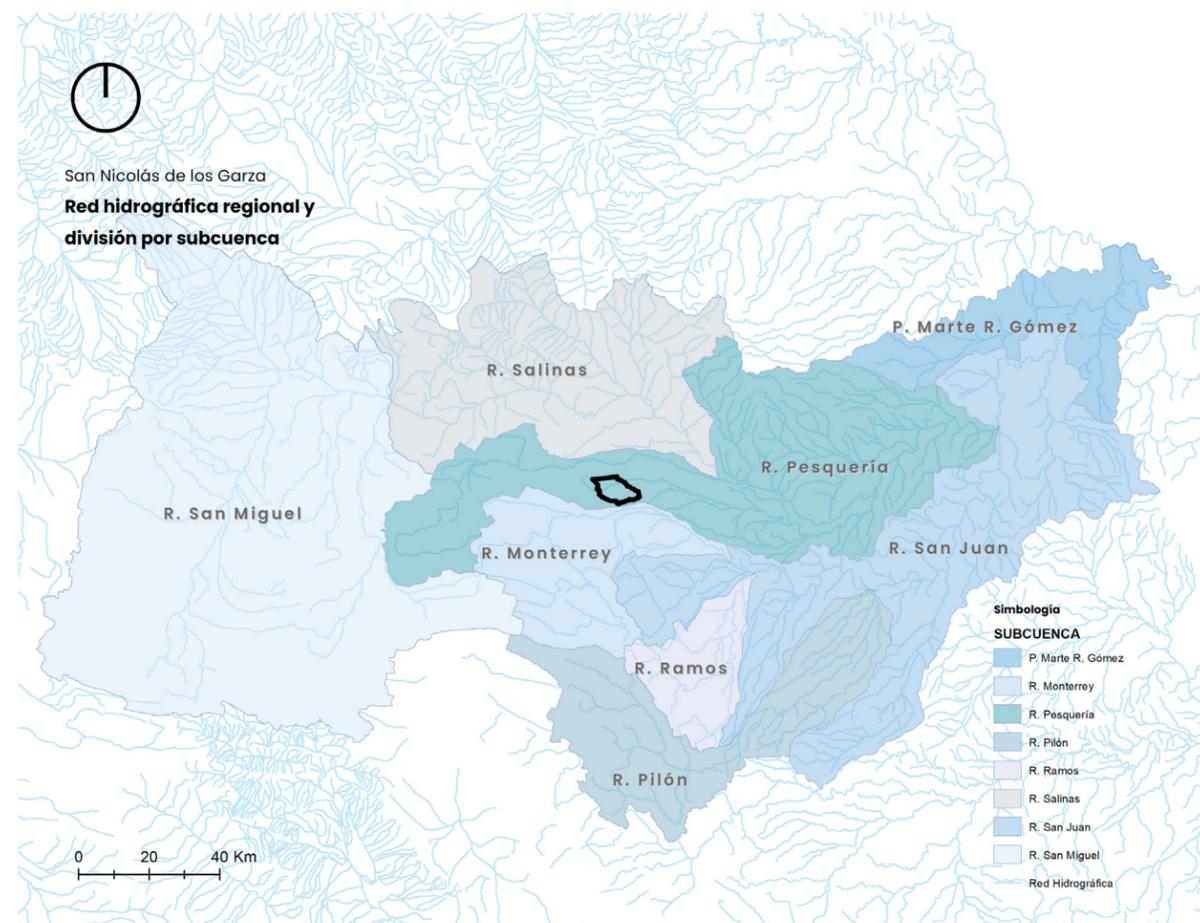


ii. Suelos

El 45% del territorio de SNG presenta tipo de suelo Feozem al Centro y Norte del municipio, que se caracteriza por sus altas propiedades de almacenamiento de agua, superficie oscura y alto contenido de materia orgánica (Mapa 3); le sigue en importancia el tipo Xerosol con el 2% de la superficie territorial, puede contener materia orgánica superficial, lo que otorga una capa superficial clara y no suele almacenar agua. Los suelos tipo Rendzina y el Litosol cubren en menor medida la superficie con el 28% y el 25% respectivamente; estas capas de suelo se caracterizan por tener poca profundidad (de 10 a 15 cm) y volumen, material rocoso y/o carbonatado, y limitada capacidad de almacenar y suministrar agua.

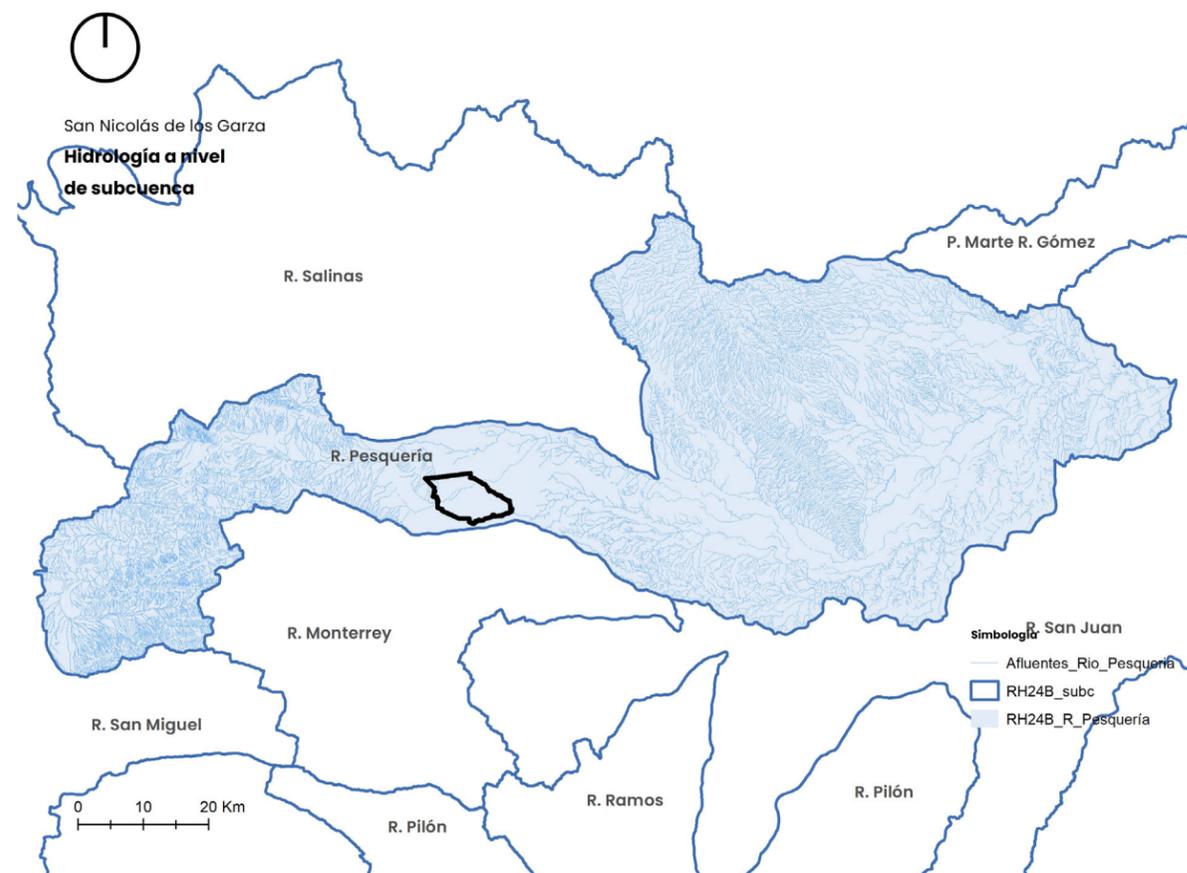
Mapa 4. Distribución de subcuencas de la RHA-VI Bravo-Conchos (río San Juan)

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2006 y 2010.



Mapa 5. Red hidrográfica de la subcuenca del río Pesquería

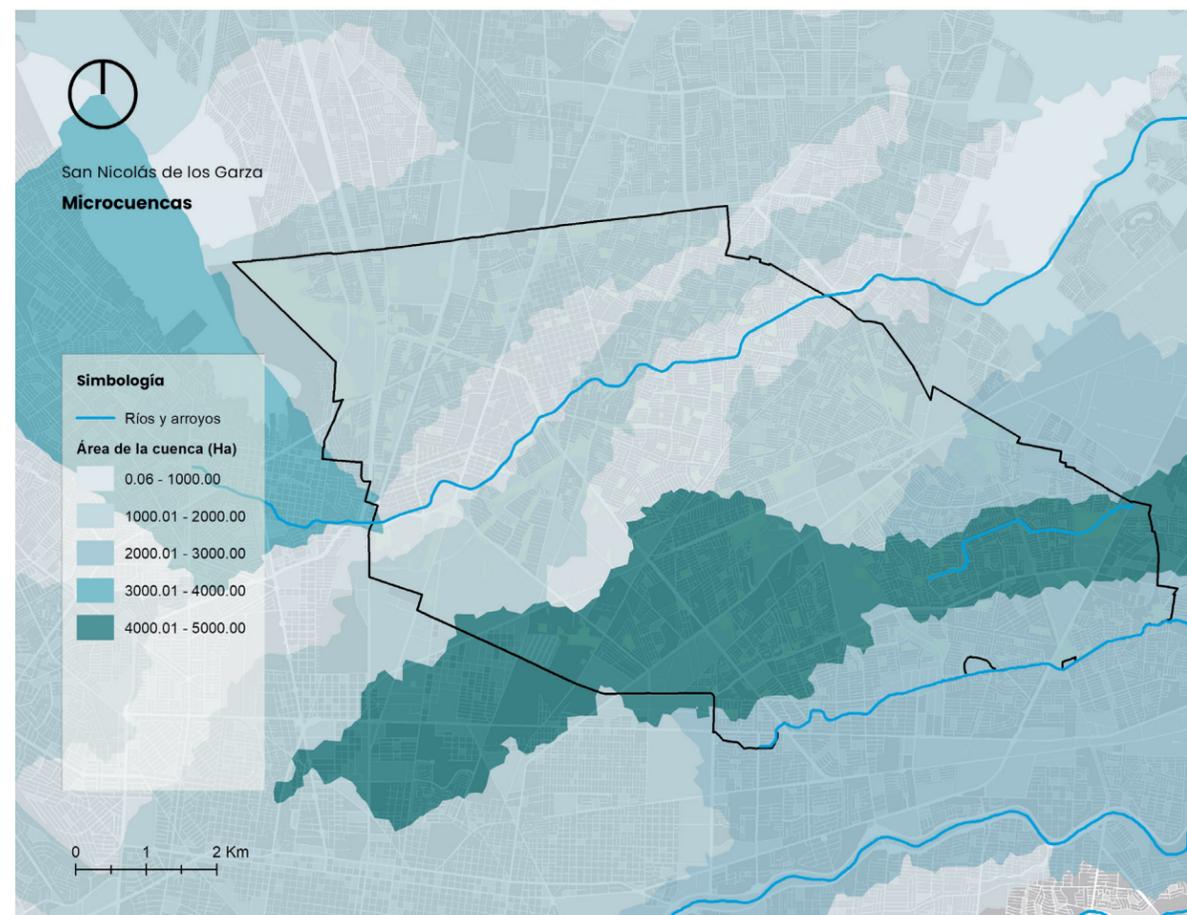
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2010) y de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021).



San Nicolás de los Garza está constituido por 10 microcuencas. El afluente principal es el arroyo Topo Chico, que tiene una longitud total de 23 km, el cual nace de aguas arriba al Oeste del municipio y cruza de forma perpendicular hacia el noreste. El arroyo Topo Chico cruza con 7.98 km (34% de su cauce) la superficie de SNG. A pesar de que este arroyo se usa para fines de descarga de aguas residuales, es el afluente predominante en el paisaje urbano. Adicionalmente, en la zona Sur están el arroyo La Talaverna, con una extensión total de 8.94 km de los cuales 2.43 km (27%) cruzan el municipio, y el arroyo Los Pinos, con una extensión de 3.73 km que se encuentra en su totalidad dentro del territorio de SNG. El caudal de estos dos últimos arroyos varía dependiendo de la época del año (Mapa 6).

Mapa 6. División de microcuencas en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021) y de USGS (2020).

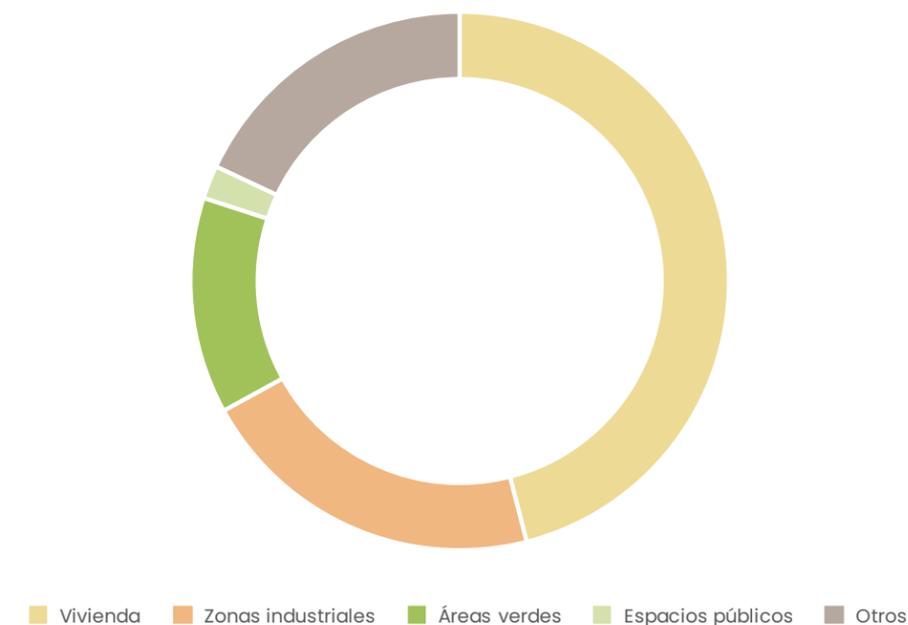


iv. Uso de suelo

La mayor proporción de uso de suelo corresponde al habitacional con el 46% del territorio, seguido del uso industrial con el 21% (Figura 4, Mapa 7). Destaca una región industrial en las porciones Sur y Sureste del municipio, dos áreas más pequeñas en los límites municipales al Oeste y Sur, y una distribución a lo largo de la avenida Lic. Adolfo López Mateos. El uso de suelo con menor proporción es el de espacios públicos con 2%. El 13% del suelo de SNG es considerado como área verde, sin contar con el ANP estatal, Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, que comprende 1093 ha de matorrales submontano, desértico y rosetófilo, donde se albergan 21 especies dominantes de cactáceas y ejemplares de fauna silvestre como el armadillo y el gato montés (ONU-Habitat, 2020).

Figura 4. Distribución proporcional de usos de suelo en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos del municipio de SNG e INEGI, 2022.



Nombre	Categoría	Competencia
Sierra de Picachos	Reserva Natural	Estatal
Sierra El Fraile y San Miguel	Reserva Natural	Estatal
Cerro la Mota	Reserva Natural	Estatal
Sierra Corral de los Bandidos	Reserva Natural	Estatal
Sierra Las Mitras	Reserva Natural	Estatal
Sierra Cerro de la Silla	Reserva Natural Monumento Natural	Estatal Federal
Cumbres de Monterrey	Parque Nacional	Federal

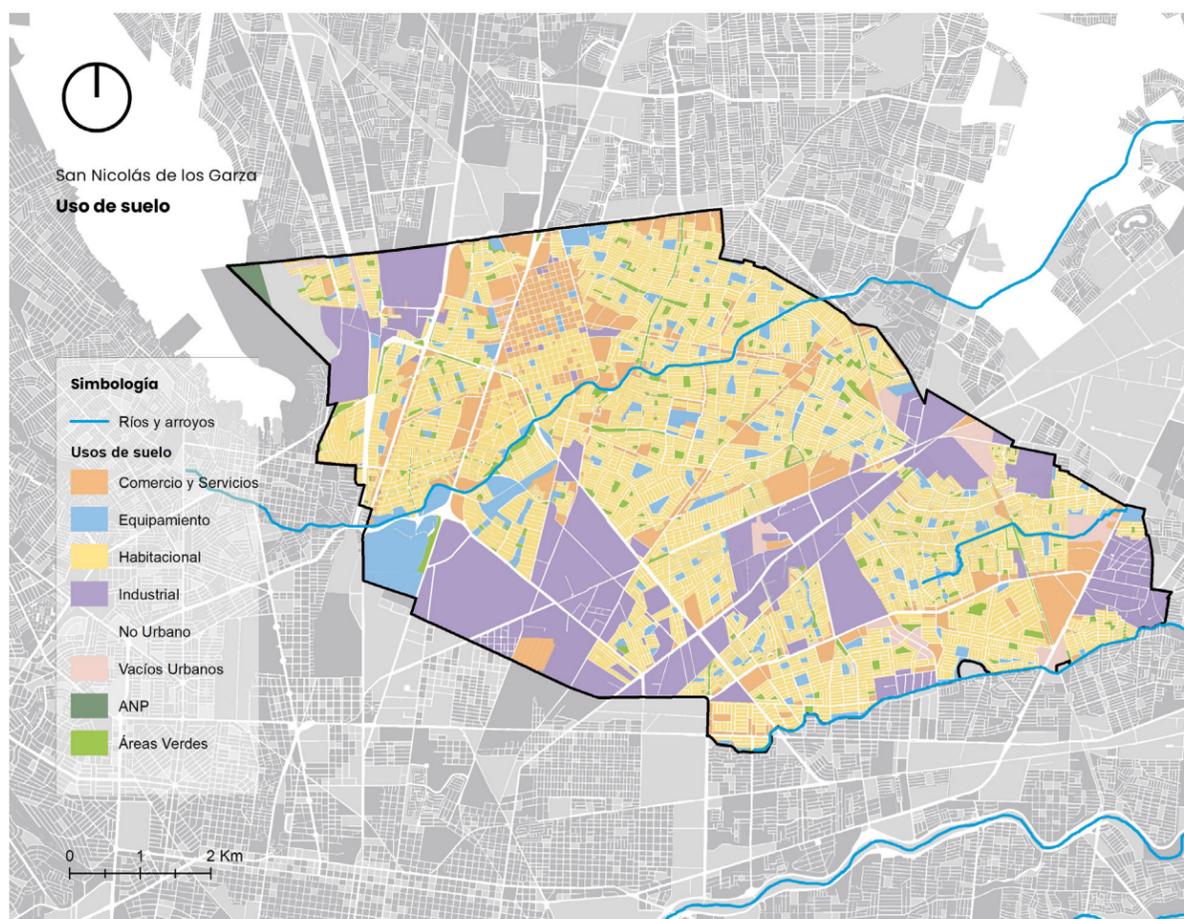
Tabla 2. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la AUM

Fuente: Elaboración propia con datos de Parques y Vida Silvestre de Nuevo León (2020) y CONANP (2021).

Además del ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, a nivel regional se reconocen otras áreas de importancia para la conservación de la naturaleza que brindan valiosos servicios ambientales a las poblaciones de la cuenca de la que forma parte SNG. Se trata del ANP bajo distintas categorías de protección (Tabla 4), como Sierra de Picachos, Sierra El Fraile y San Miguel, Cerro La Mota, Sierra Corral de Los Bandidos, Sierra Las Mitras, Sierra Cerro de la Silla, cuya distribución se aprecia en el Mapa 8.

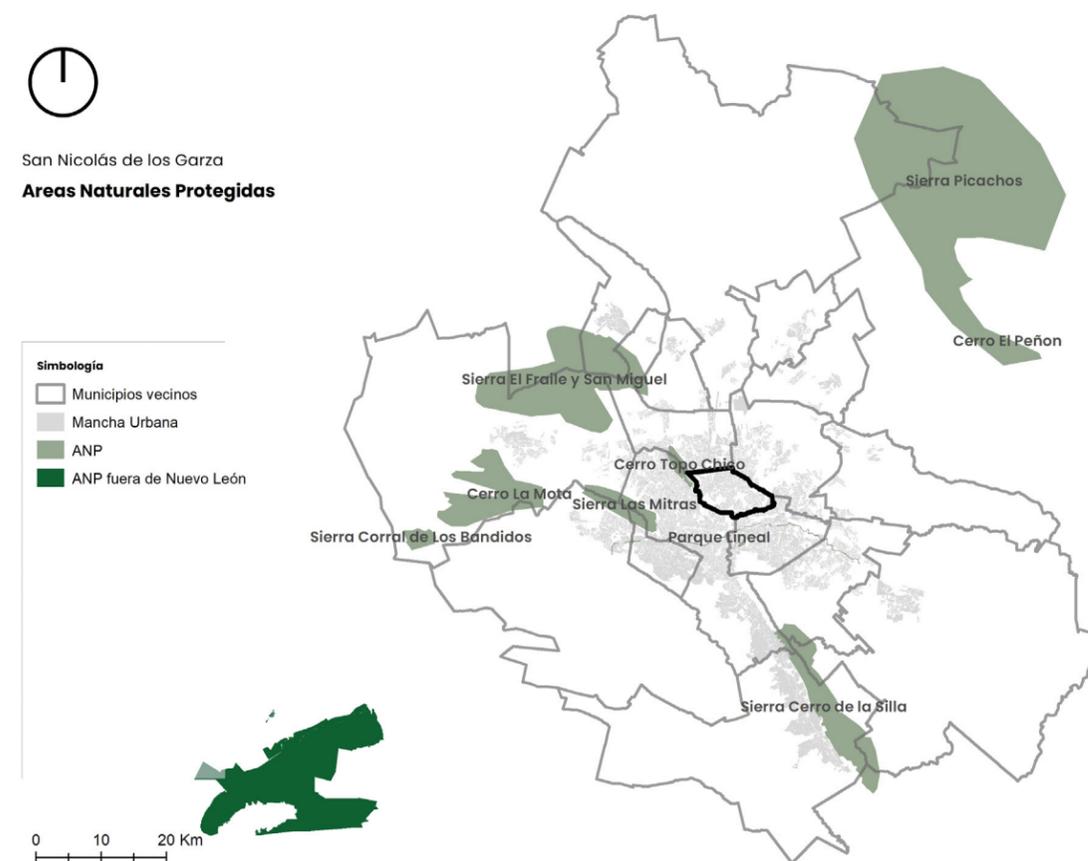
Mapa 7. Distribución de usos de suelo en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO (2015) e INEGI (2022).



Mapa 8. Distribución de las ANP en la AUM y localización de SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONABIO (2015) e INEGI (2022).





A) Infraestructura verde y azul



La infraestructura verde consiste en todos aquellos espacios con vegetación dentro de la urbe que cuentan con áreas arboladas y vegetación de distinto tipo, son zonas abiertas, accesibles y de carácter público. De acuerdo con el Índice de las Ciudades Prósperas (CPI), SNG tiene un valor bajo en sostenibilidad ambiental, principalmente debido a la falta de espacios verdes. El CPI expresa una relación de área verde por habitante de 5.62 m²/hab, mientras que el documento sobre la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 registra una relación de 8.2 m²/hab (PDU, 2022); en ambos casos, la proporción resulta menor comparada con los 15 m²/hab que se han recomendado como la media óptima internacional (OMS, 2020; ONU-Habitat, 2020; PNUMA, 2010). A diferencia de estos datos, como parte de la elaboración del diagnóstico de la presente Estrategia, en SNG se logró estimar una relación de 18.5 m²/hab de infraestructura verde, cuya distribución se aprecia en el Mapa 9.

Mapa 9. Distribución de elementos de infraestructura verde y azul en el territorio de SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del municipio SNG, 2022.



San Nicolás de los Garza
Infraestructura verde y azul

- Simbología**
- Ríos y arroyos
 - Subcat
 - Área verde con vías férreas
 - Camellón
 - Deportivo
 - EVI
 - Estacionamiento verde
 - Jardín escolar
 - Jardinera
 - Panteón
 - Parque urbano AD
 - Parque urbano BD
 - Parque urbano MD
 - Reserva natural
 - Terreno baldío o industrial
 - Vivero
 - Acequia
 - Arroyo
 - Pequeño cuerpo de agua

0 1 2 Km

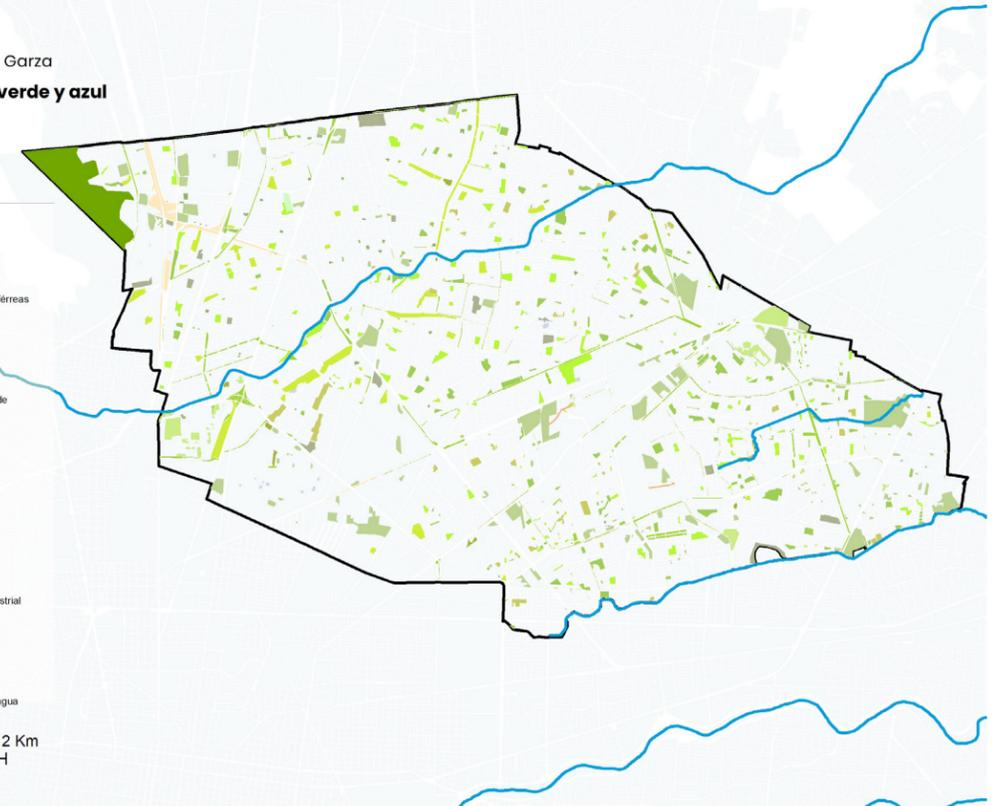




Tabla 3. Caracterización de infraestructura verde según categorías en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos del municipio SNG, 2022.

Categorías de infraestructura verde	Descripción	Superficie (m ²)	Superficie de área verde (%)	Superficie municipal (%)
Terreno baldío o industrial	Terrenos de amplia superficie, normalmente ubicados en zonas industriales o lotes sin desarrollo de infraestructura urbana, con vegetación silvestre.	1 995 684.53	28.88	3.35
Parque urbano BD	Parque con baja densidad arbórea que puede contar con juegos infantiles y otras amenidades, a veces con huertos.	934 241.78	13.51	1.57
Reserva natural	Área Natural Protegida Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico.	164 100	2.37	0.27
Parque urbano MD	Parque con media densidad arbórea que pueden contar con juegos infantiles, bancas y/o mesas, a veces con huertos.	844 170.63	12.22	1.42
Camellón	Superficie verde divisoria en la red de transporte. Los camellones varían en longitud y ancho.	767 713.99	11.11	1.29
Parque urbano AD	Parque con alta densidad arbórea que pueden contar con juegos infantiles, y otras amenidades, a veces con huertos.	723 157.69	10.46	1.21
Espacio verde institucional (EVI)	Superficies verdes de hospitales, edificios de gobierno y escuelas de nivel superior.	380 119.05	5.5	0.64
Jardín escolar	Superficies verdes aledañas a centros educativos de nivel básico y medio, a veces con huertos.	376 326.31	5.45	0.63
Deportivo	Superficies verdes en zonas destinadas al desarrollo de actividades deportivas.	322 316.41	4.66	0.54
Área verde con vías férreas	Superficies verdes con vías de tren.	268 246.02	3.88	0.45
Jardinera	Superficies verdes, sin amenidades, comúnmente en espacios pequeños.	63 669.817	0.92	0.11
Estacionamiento verde	Estacionamientos con un porcentaje de su superficie cubierto de vegetación.	43 826.93	0.63	0.07
Panteón	Cementerio con espacios verdes.	25 906.05	0.37	0.04
Vivero	Zonas de reproducción y venta de plantas.	632.4	0.0091	0.001
Total		7 640 393.57	100	11.59

Destaca la categoría terrenos baldíos o industrial con el 28.88 % del total y suma 1.99 km² de área verde, seguida por los parques urbanos de baja densidad, como es el caso del Parque Lineal Villas, con 0.93 km². Los parques de alta densidad ocupan 0.72 km², por lo que son la categoría de infraestructura verde menos representada en el territorio; en esta categoría se encuentra, por ejemplo, el Gran Parque San Nicolás.

En la zona poniente de SNG resalta el ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, cuya vegetación dominante consiste en matorral submontano y, en menor proporción, matorral desértico rosetófilo. El ANP tiene una superficie total de 11.2 km², aunque solo 0.16 km² del ANP se encuentran dentro de los límites de SNG.

En el Centro y Sureste predomina la vegetación secundaria propia de zonas industriales o baldíos. Los camellones se encuentran distribuidos de forma homogénea en el municipio. En la zona Norte resalta la vegetación de los camellones ubicados en Avenida República Mexicana, en la calle Torres de Santo Domingo, Av. Las Torres y la Avenida.

La infraestructura azul incluye a todos los cuerpos de agua que forman parte del sistema urbano; SNG tiene tres arroyos con una longitud total de 14 130 m y dos acequias con 840 m en total (Tabla 4). La ciudad también cuenta con algunos pequeños cuerpos de agua artificiales que cubren entre 260 m² y 5800 m², como estanques, zonas de baño y espacios azules industriales.

Categorías de infraestructura azul	Descripción	Dimensiones
Cuerpos de agua pequeños	Albercas, cuerpos de agua industriales y fuentes	41.48 m ²
Arroyos	La Talavera, Los Pinos y Topo Chico	14 130 m
Acequias	Pequeñas bandas secas de agua	840 m
Total		11.59

Tabla 4. Descripción de infraestructura azul según categorías en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021) y del PDU (2022).

v. Servicios ecosistémicos

Los ecosistemas conservados y los paisajes naturales brindan servicios ambientales y favorecen la calidad de vida de las personas (UICN, 2021). De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de las Naciones Unidas "Millenium Ecosystem Assessment" (UN, 2000), existen cuatro tipos de servicios ecosistémicos: los servicios de regulación son los beneficios que se obtienen directamente de los ecosistemas, sin pasar por un proceso de transformación; los servicios de aprovisionamiento consisten en los productos que se obtienen para uso humano; los de soporte son los necesarios para la producción de otros servicios, y los servicios culturales, que consideran todos aquellos beneficios no materiales que obtienen las poblaciones humanas de los ecosistemas.

A partir de la Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos (Common International Classification of Ecosystem Services, CICES por sus siglas en inglés) (CICES, 2018) y la clasificación de Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, siglas en inglés de The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (TEEB, 2011), en SNG se identificaron 19 elementos de infraestructura verde-azul que proveen servicios ecosistémicos de distinto tipo a sus habitantes (Figura 5).

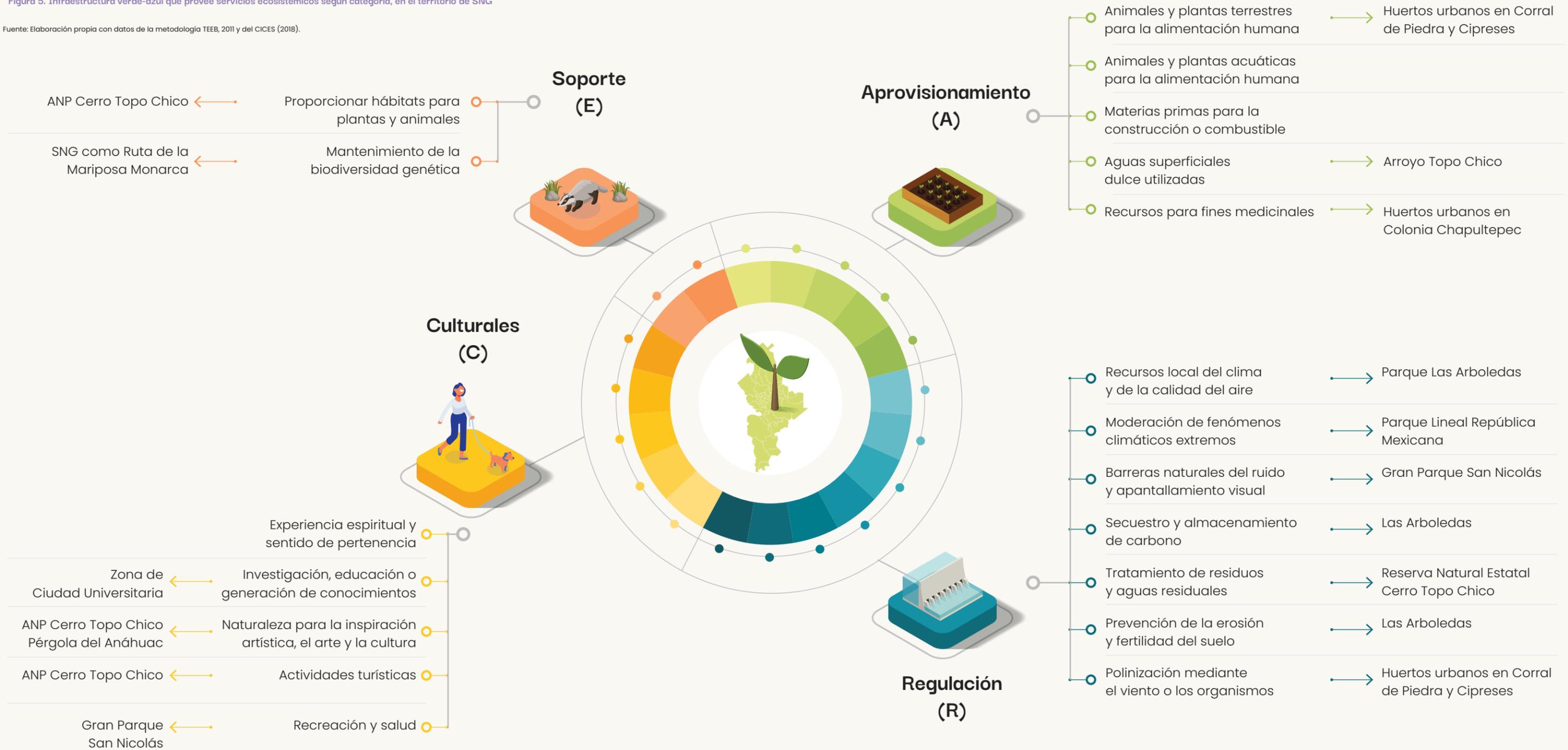
Cada espacio verde y azul puede proporcionar numerosos servicios ecosistémicos. Dependiendo de sus características, la contribución a cada servicio ecosistémico varía de un espacio a otro. Por ejemplo, aunque tanto un parque urbano como un camellón pueden contribuir a regular la temperatura local y proporcionar sombra, el impacto del parque urbano será mayor debido a su superficie y a la densidad de su vegetación.

La siguiente matriz describe el nivel de contribución de cada espacio verde y azul en términos de diferentes servicios ecosistémicos, identificados para la ciudad de SNG. La contribución se describe en seis niveles: de Muy bajo a Muy alto. La metodología utilizada se basa en el enfoque desarrollado por Kopperoinen (2014), la cual consiste en la elaboración de una matriz de puntuaciones para representar el potencial de provisión de grupos de servicios ecosistémicos para diferentes capas geográficas; los resultados de la valoración se aprecian en la tablas 5.



Figura 5. Infraestructura verde-azul que provee servicios ecosistémicos según categoría, en el territorio de SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de la metodología TEEB, 2011 y del CICES (2018).



En general, los servicios de aprovisionamiento en el municipio son muy bajos. En la zona urbana no se identifican áreas de extracción de recursos naturales. La ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico tiene un nivel de aprovisionamiento bajo, proporciona leña de autoconsumo, pero no registra actividades agropecuarias. Los arroyos y las acequias proporcionan agua superficial que puede utilizarse para diferentes fines, como la irrigación de parques, jardines o huertos urbanos. La ciudad cuenta con algunos espacios verdes que aportan beneficios relacionados con la alimentación y la cultura ambiental, como es el caso de parques y jardines escolares con huertos urbanos.

Varias de las áreas verdes de SNG proporcionan importantes servicios de regulación. En general, los espacios verdes más grandes y con más vegetación tendrán una mayor contribución a los servicios de regulación. El ANP y los parques con alta densidad de árboles tienen la mayor contribución. La vegetación, sobre todo los árboles, contribuye a aminorar los efectos de altas temperaturas, proporcionando cierto nivel de "confort climático" mediante la provisión de sombra. Los ecosistemas naturales apoyan la eliminación de contaminantes de la atmósfera y del agua, almacenan y secuestran gases de efecto invernadero. Los árboles y los parques, en particular, también pueden actuar como una barrera natural para la atenuación del ruido, como es el caso del parque lineal sobre la avenida República Mexicana o el Parque Las Arboledas. Algunos espacios verdes, como los camellones y partes de las vías férreas, favorecen la conectividad entre elementos de infraestructura verde-azul.

Tabla 5. Evaluación de servicios ecosistémicos según nivel de contribución y potencial de provisión por tipo de servicio, en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de la metodología TEEB, 2011 y del CICES (2018).

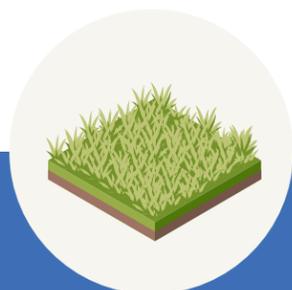
Infraestructura verde y azul	Aprovisionamiento						Regulación							Soporte			Culturales						
	A1	A2	A3	A4	A5	Promedio	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Promedio	S1	S2	Promedio	C1	C2	C3	C4	C5	Promedio
Camellones	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Área verde con vías férreas	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Jardín escolar	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vivero	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Estacionamiento verde	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Parque urbano BD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Parque urbano MD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Parque urbano AD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Jardinera	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Deportivo	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Panteón	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
EVI	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Terreno baldío o industrial	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Reserva natural	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pequeño cuerpo de agua	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Arroyo	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Acequia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○ Muy bajo
○ Bajo

Calificación visual

○ Bajo Medio
○ Alto-Medio

○ Alto
○ Muy Alto



Los servicios ecosistémicos según la percepción de las ciudadanas y los ciudadanos de SNG

En cuanto a los servicios de regulación, en el ejercicio colaborativo de retroalimentación de este diagnóstico municipal (Anexo 7.1), se recalcó la importancia de los espacios verdes de Las Arboledas y el Gran Parque San Nicolás como espacios con poca contaminación auditiva. En contraste, se identificó la falta de árboles en Av. Manuel L. Barragán, relacionada con mayor contaminación auditiva, también asociada al transporte de carga y cruce de tráileres.

Durante el ejercicio participativo, destacaron algunos huertos comunitarios en Corral de Piedra y Cipreses, así como en la Colonia Chapultepec, no obstante, se percibe una falta de comunicación y de estrategias para atraer participantes, lo que, a su vez, podría reducir los costos de mantenimiento para el municipio.

Ante estos retos, se discutió la posible creación de un banco de semillas y un sistema de propagación de las especies arbóreas de Las Arboledas, donde existen ejemplares con más de 100 años, lo cual puede facilitar al gobierno municipal un proceso de forestar en complemento a la campaña de arborización en 26 colonias del municipio, para mitigar los efectos del cambio climático.

De igual forma, se mencionó la falta de una estrategia integral de manejo de residuos sólidos urbanos en la AUM y la necesidad de estructurar el sistema metropolitano de espacios públicos.

En cuanto a la infraestructura azul, las y los participantes enfatizaron en la importancia del río Topo Chico y su oportunidad de recuperarse y convertirse en una SbN que aumente su potencial de regulación en caso de inundaciones, además de que disminuya la velocidad de las corrientes, a la par de generar espacios públicos culturales.



Hábitat para la vida silvestre y servicios culturales

En el proceso participativo, también se destacó la importancia de los parques urbanos donde vive fauna específica; por ejemplo, el Gran Parque San Nicolás, donde se encuentran patos, conejos y zarigüeyas. Las y los participantes indicaron que se han identificado opciones para proteger especies de aves endémicas y se sugirió trabajar para proteger a la mariposa monarca, que cruza SNG como parte de su ruta migratoria.

Además, se comentó que en el área de Torre Anáhuac se han llegado a localizar zopilotes, lo que puede ser una oportunidad para proteger a esta especie como parte de las aves urbanas. Respecto a la flora, se han implementado jardines polinizadores a nivel metropolitano y se discutieron los esfuerzos que podrían llevarse a cabo para promover la recuperación de la nuez encarcelada, un tipo de nuez nativa de la región.

Durante el taller participativo, se indicaron espacios verdes multifuncionales como el CEDECO, que cuenta con una zona arbolada y canchas deportivas, o la pérgola del Anáhuac, como un centro cultural con áreas comunitarias que permite la exposición de diversas manifestaciones culturales y tiene juegos infantiles.

También se señalaron espacios más amplios para la provisión de servicios culturales como la zona universitaria y su intrínseca avenida Universidad, que, a pesar de contar con arbolado, se identificó como una zona con altas temperaturas. En este mismo contexto, el ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico destaca como una zona importante para la identidad del municipio, con valores paisajísticos, pero también de soporte, los cuales, por ejemplo, han permitido elaborar proyectos de captura de agua pluvial.

3.1.2. Clima

A continuación, se describen los tipos de clima, aspectos de la variabilidad climática natural, lo que incluye a los riesgos hidrometeorológicos a los que está expuesto el municipio, así como los eventos extremos que se han registrado en el territorio de SNG. Finalmente, se presentan resultados de las proyecciones de escenarios bajo cambio climático.

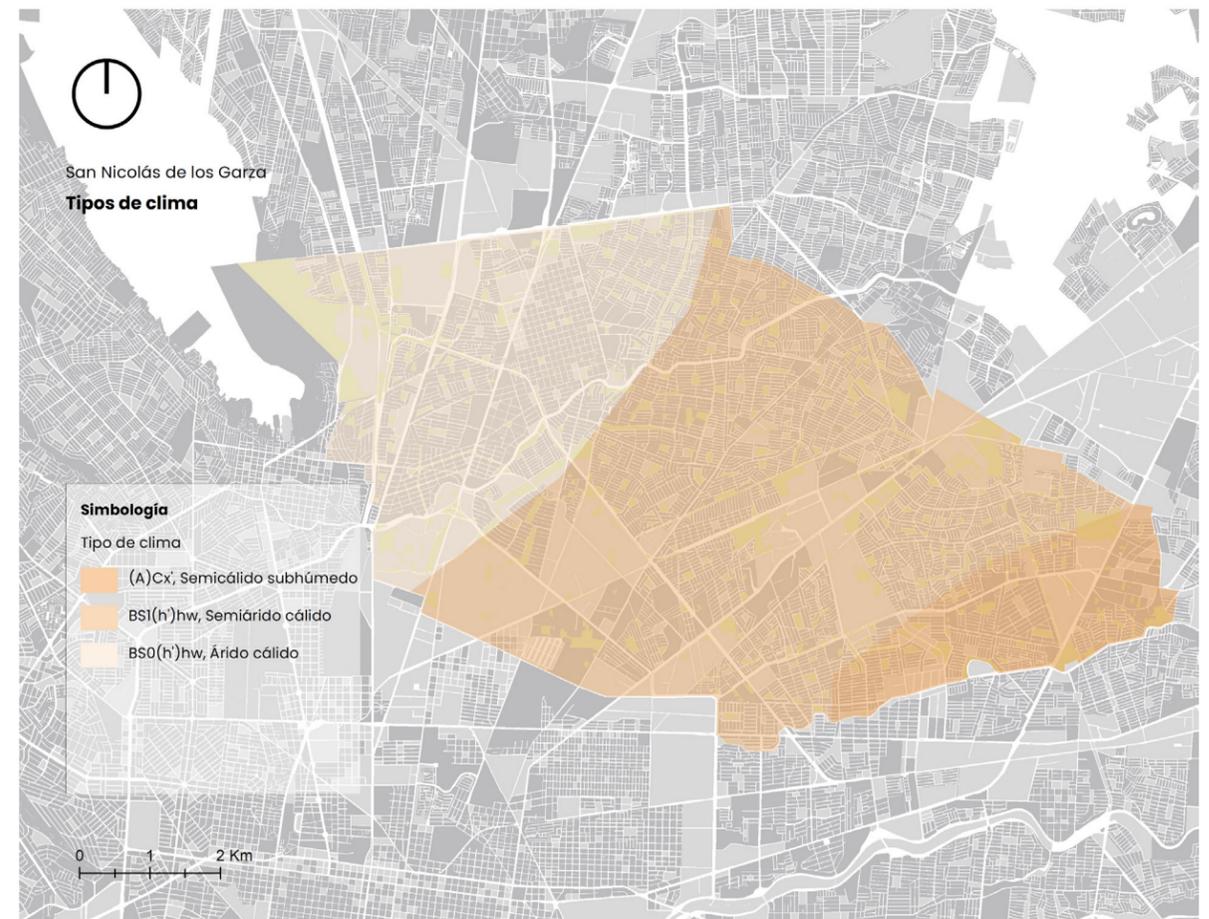


i. Tipos climáticos

El municipio de San Nicolás de los Garza se encuentra en una región principalmente semicálida-semiárida, por lo que el clima predominante es el tipo BSI(h')hw-semiárido-cálido, caracterizado por tener una temperatura media anual mayor de 18 °C, con temperaturas menores de 18 °C durante el mes más frío y lluvias de verano del 5% al 10.2% anual. A continuación, se observa la distribución de dicho clima, así como el clima semicálido subhúmedo (A)Cx', ubicado al Sureste del municipio, y el clima árido cálido BS0(h')hw (Mapa 10).

Mapa 10. Distribución de los tipos de clima en la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM)

Fuente: Elaboración propia con datos de García (1964) y del INEGI (2008).



ii. Temperatura y precipitación

A partir de información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA, 2022), se describen las condiciones actuales de temperatura y precipitación para el estado de Nuevo León y para San Nicolás de los Garza.

A) Estatal

De acuerdo con los promedios de temperatura en el periodo 1985-2010 (SMN, 2022), Nuevo León registra una temperatura media anual de 19.9 °C, una temperatura mínima anual de 12.3 °C y una temperatura máxima anual de 27.4 °C. El mes con temperaturas más elevadas corresponde a junio con 24.9 °C y máxima de 32.3 °C. Las temperaturas mensuales más bajas se concentran en diciembre y enero con un promedio de 6.1 °C y 5.6 °C respectivamente.

El promedio anual de precipitación durante el periodo 1985-2010 fue de 656.7 mm, con una época de estiaje de noviembre a abril, y precipitación mínima mensual entre diciembre y enero. Durante el periodo de mayo a octubre, ocurre la mayor acumulación pluvial con una máxima de lluvias en septiembre con 159 mm (Figura 6).

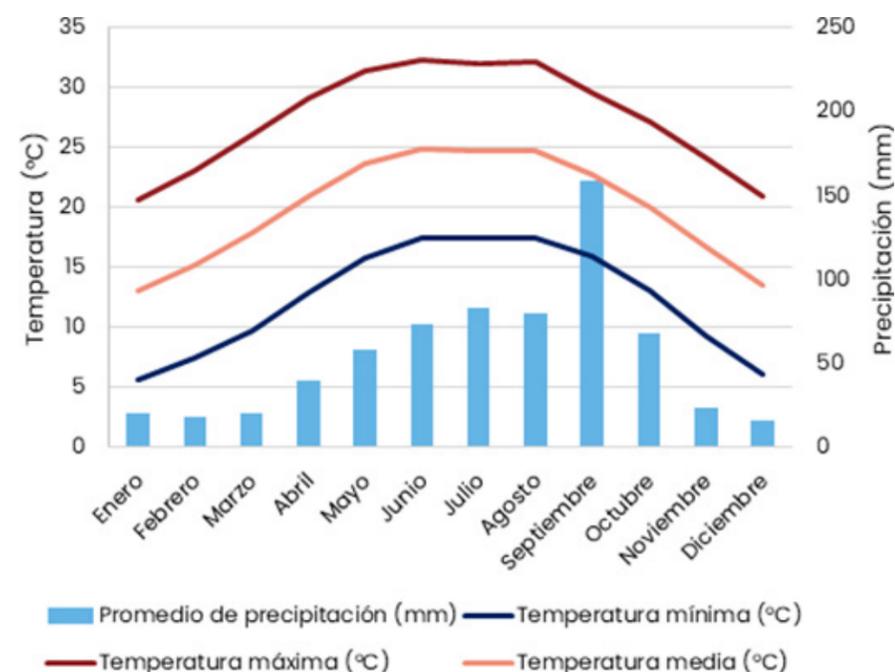


Figura 6. Climograma con base en promedios de precipitación (mm) y temperaturas mensuales (°C) para el periodo 1985-2010, en Nuevo León

Fuente: Elaboración propia con datos de García (1964) y del INEGI (2008).

De acuerdo con los registros de temperatura, desde 1985 se observa una tendencia incremental en las temperaturas máximas y mínimas para Nuevo León. En la segunda mitad de la década de 1980, se tuvo una media de temperatura mínima anual de 12.4 °C, mientras que la década de 2010 registró una media de temperatura mínima anual de 15.10 °C. Estas diferencias muestran que la media de temperatura mínima anual ha aumentado en cuatro décadas en un 14.66%. A la par, la media de temperatura máxima anual en la década de 2010 fue de 29.47 °C, es decir, aumentó un 9.39% en comparación con la segunda mitad de la década de 1980, que fue de 26.7 °C (Figura 7).

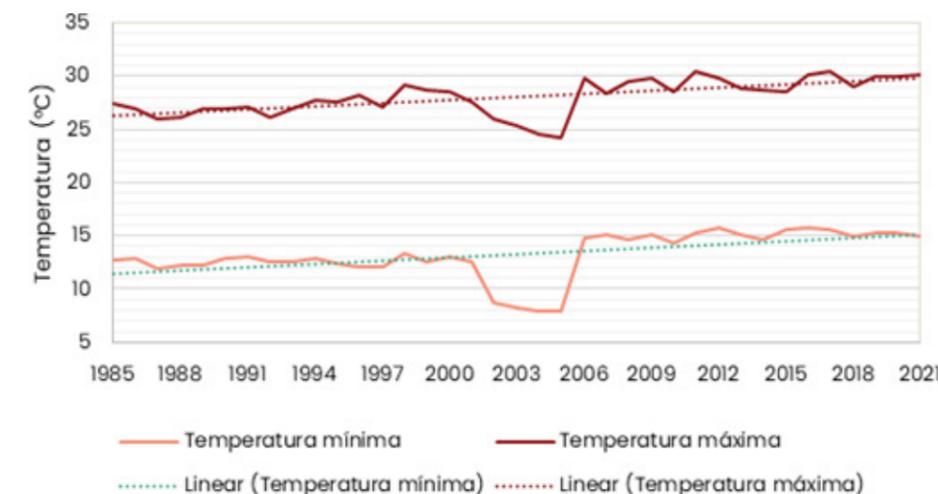


Figura 7. Promedio de temperaturas máxima y mínima (°C) para el periodo 1985-2018 en Nuevo León

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, 2022.

El registro histórico de precipitaciones acumuladas anuales para el estado de Nuevo León (Figura 8) no muestra una tendencia clara en aumento o disminución. La década con el mayor nivel de precipitación fue 2000-2009 con un promedio de 688.1 mm/año, en contraste con el nivel más bajo de precipitación de una década anterior con 582.8 mm/año, en el periodo 1990-1999. El año registrado con la mayor acumulación pluvial corresponde al 2010 con 1231.2 mm, seguido del 2005 con 919.2 mm. El año con menor volumen de precipitación anual ha sido el 2011 con 370.8 mm (Figura 8).

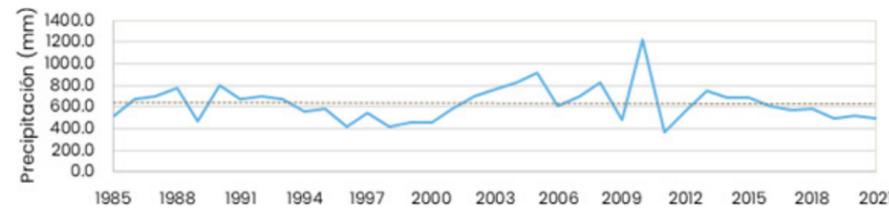


Figura 8. Promedio anual de precipitación acumulada (mm) para el periodo 1985-2018, en Nuevo León

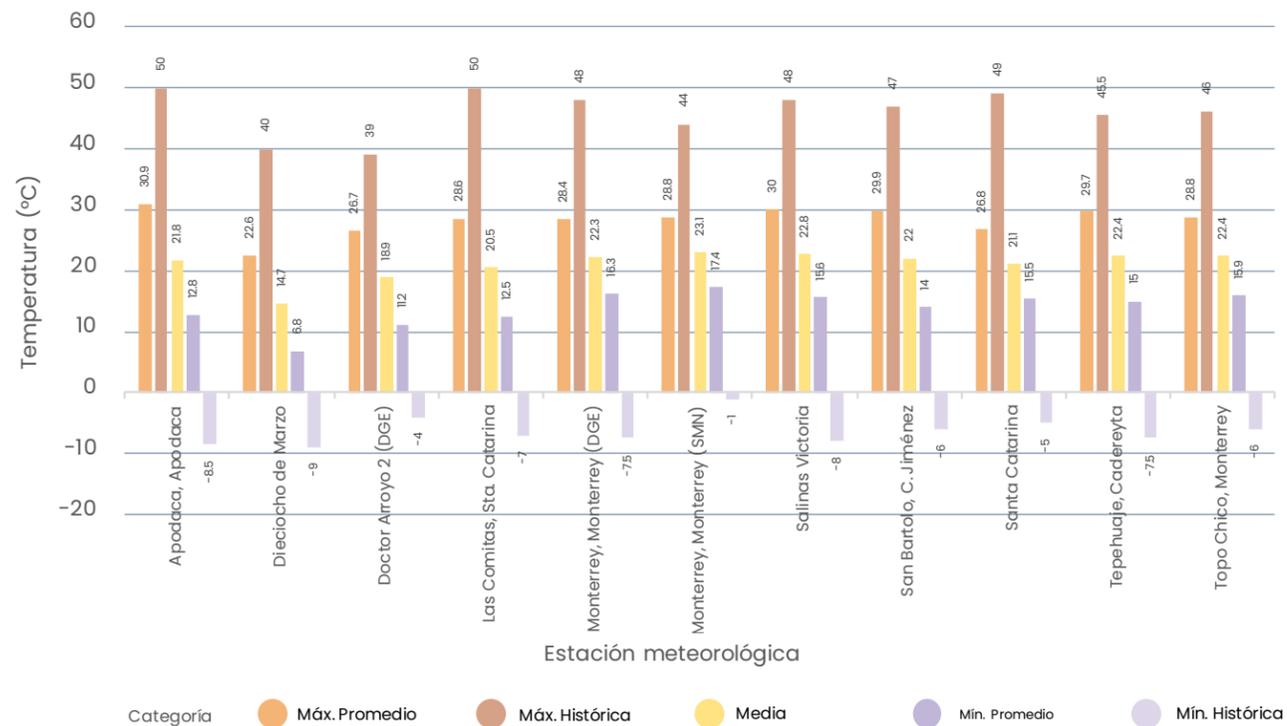
Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, 2022.

B) Municipal

De acuerdo con la Figura 9, realizada con datos registrados durante el periodo de 1951 a 2010 por las estaciones climatológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA) ubicadas en un radio de influencia de 20 km alrededor del municipio, las temperaturas máximas históricas han alcanzado los 50 °C y las mínimas históricas los -9 °C. Asimismo, la temperatura máxima promedio ha sobrepasado los 30 °C y la mínima ha resultado por debajo de los 6 °C.

Figura 9. Temperaturas históricas y promedio según estación meteorológica en San Nicolás de los Garza (°C) para el periodo 1951-2010

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), 1951-2010.

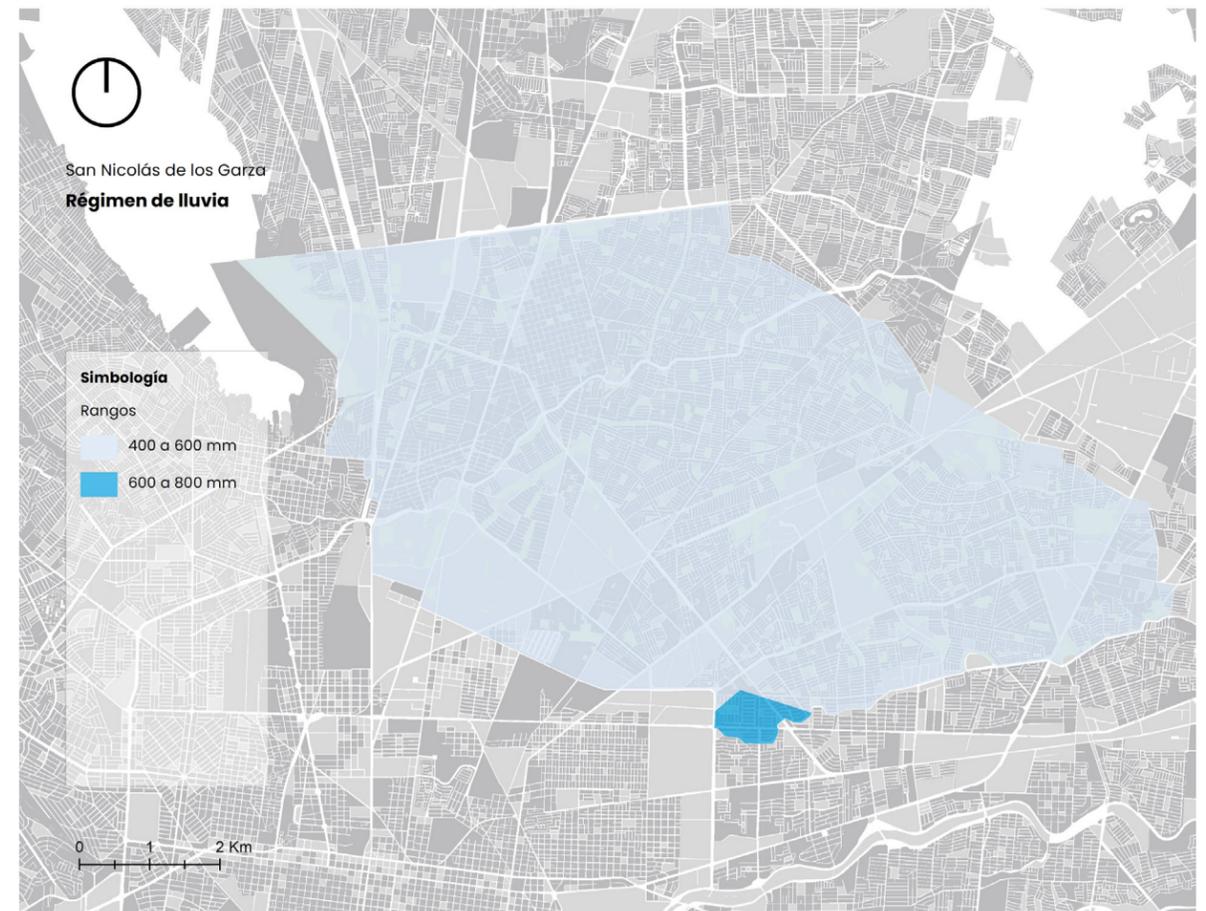


Según dichos registros, en la zona, el promedio de la temperatura media anual en el periodo 1951-2010 fue de 21.09 °C, es decir, reporta una temperatura superior a la media estatal de 19.9 °C. Por su parte, en promedio, la temperatura mínima anual y máxima anual en la zona registran 13.90 °C y 28.29 °C respectivamente. San Nicolás de los Garza tiene una clara tendencia en el incremento de su temperatura debido a factores como su extensa urbanización, la concentración del sector industrial y el empleo de vehículos motorizados, así como insuficientes áreas con vegetación y cuerpos de agua que pudieran regular el microclima.

Conforme a los datos obtenidos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2013), la precipitación promedio en el municipio va de los 400 a los 800 mm de precipitación acumulados anualmente. En el Mapa 11 puede observarse el comportamiento de dicho fenómeno en el territorio, de modo que únicamente una pequeña porción al Sur del municipio registra valores de 600 a 800 mm.

Mapa 11. Distribución de régimen de lluvias en SNG

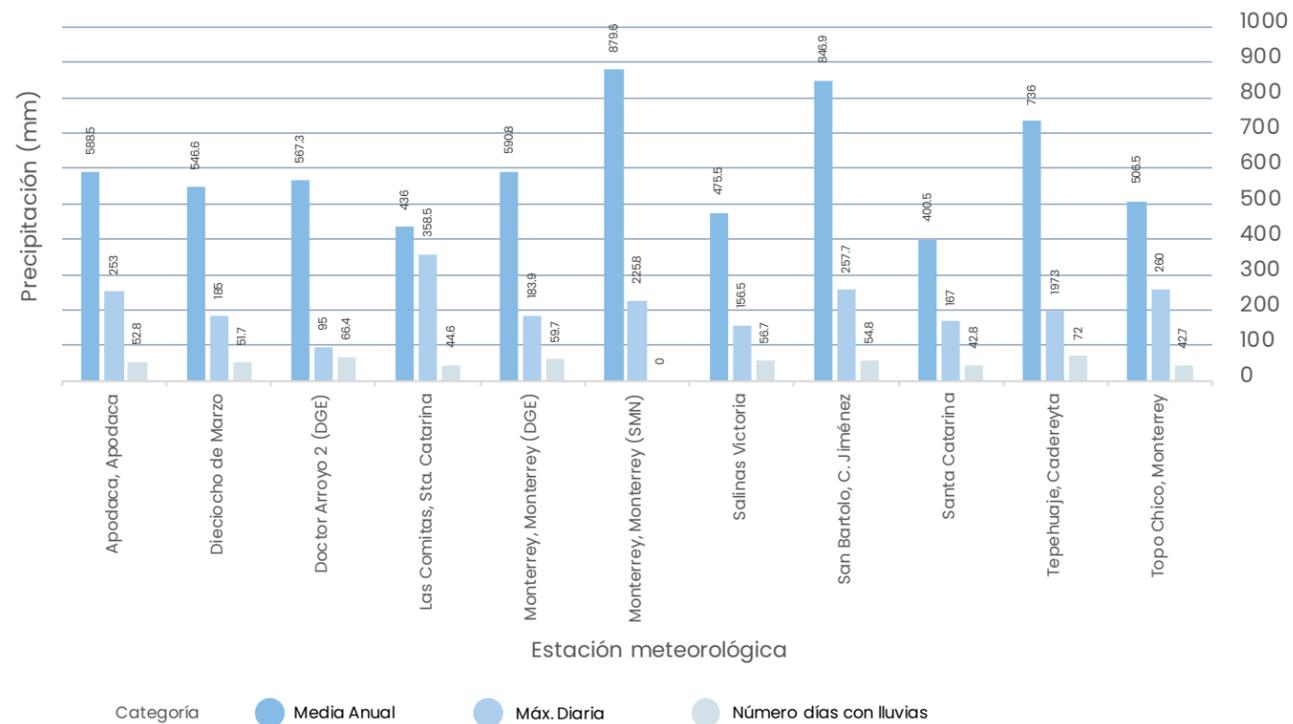
Fuente: Elaboración propia con datos de la CONABIO, 2013.



En la Figura 10 se muestran los datos registrados por las ya mencionadas estaciones climatológicas que se ubican alrededor del municipio, de donde se observa que el promedio de precipitación acumulada anual para la región se estima en 597.65 mm. La época de estiaje es de noviembre a abril, cuando la precipitación mínima mensual se registra entre diciembre y enero, y el periodo con acumulación pluvial más abundante se encuentra entre mayo y septiembre (SMN, 2022). De acuerdo con los datos proporcionados por estas estaciones, se observa también que la precipitación máxima diaria histórica a lo largo de más de 50 años ha alcanzado los 358.5 mm, y puede haber hasta 72 días de lluvia por año. En un solo día podría presentarse lluvia equivalente al 60% de la precipitación acumulada anual.

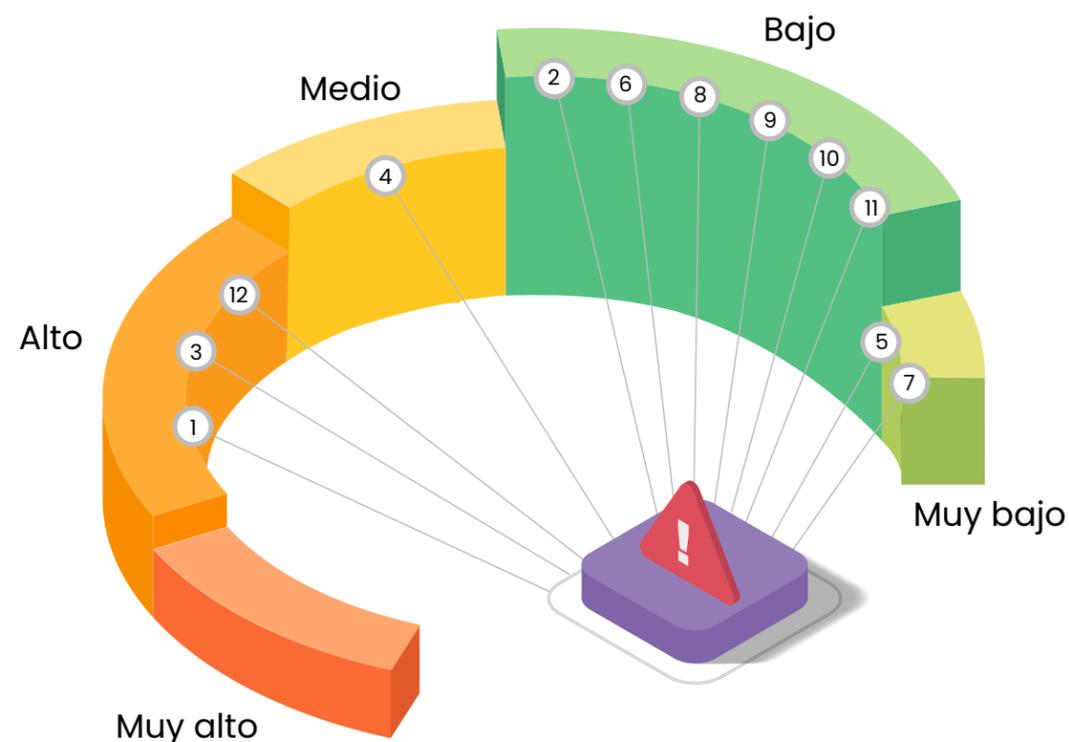
Figura 10. Precipitación media anual (mm) según estación meteorológica para el periodo 1951-2010

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), 1951-2010.



3.1.3. Riesgos hidrometeorológicos

El territorio de San Nicolás de los Garza está expuesto a distintos eventos relacionados con las condiciones climáticas, los cuales se caracterizan detalladamente en el Atlas de Riesgo Municipal elaborado por la Unidad de Protección Civil del Gobierno Municipal en el año 2020 y 2021. El municipio considera que los eventos de más alto riesgo por su intensidad y frecuencia son las inundaciones y aquellos asociados a las temperaturas máximas y mínimas, como las sequías y heladas (Figura 11).



1	Ondas cálidas	4	Sequías	7	Ciclones	10	Tormentas
2	Heladas	5	Granizadas	8	Tornados	11	Lluvias extremas
3	Ondas gélidas	6	Nevadas	9	Polvaredas	12	Inundaciones

Figura 11. Nivel de riesgo de eventos hidrometeorológicos en San Nicolás de los Garza

Fuente: Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021.



El riesgo más mencionado durante el proceso participativo que se desarrolló para la construcción de la Estrategia fue el de inundaciones, seguido por la sequía y las ondas de calor. Destaca que la percepción de la población incluye la

contaminación y la falta de áreas verdes como riesgos que pueden determinar la capacidad del municipio para adaptarse al cambio climático.

Percepción de riesgos principales en San Nicolás de los Garza, según mención durante ejercicios de participación ciudadana

Fuente: Elaboración propia mediante la plataforma Mentimeter, 2022.



Pese a que el municipio tiene un clima predominantemente semiárido cálido, en las últimas décadas se han presentado eventos ocasionales de lluvia torrencial, que han derivado en inundaciones con graves afectaciones y en la necesidad de emitir declaratorias de desastre ante sus efectos. Durante el periodo 2000-2020, se han promulgado un total de 28 declaratorias de desastres, emergencias y contingencias climáticas. De dichas categorías, la que más se ha repetido corresponde a la declaratoria de desastre, con el mayor número en el año del 2002; después, están las emergencias climáticas y, en menor medida, las contingencias climáticas con únicamente 2 declaratorias en los años 2011 y 2013 (figuras 12 y 13).

Figura 12. Cantidad de declaratorias por tipo y por año, durante el periodo 2000-2020 en SNG

Fuente: Elaboración propia mediante la plataforma Mentimeter, 2022.

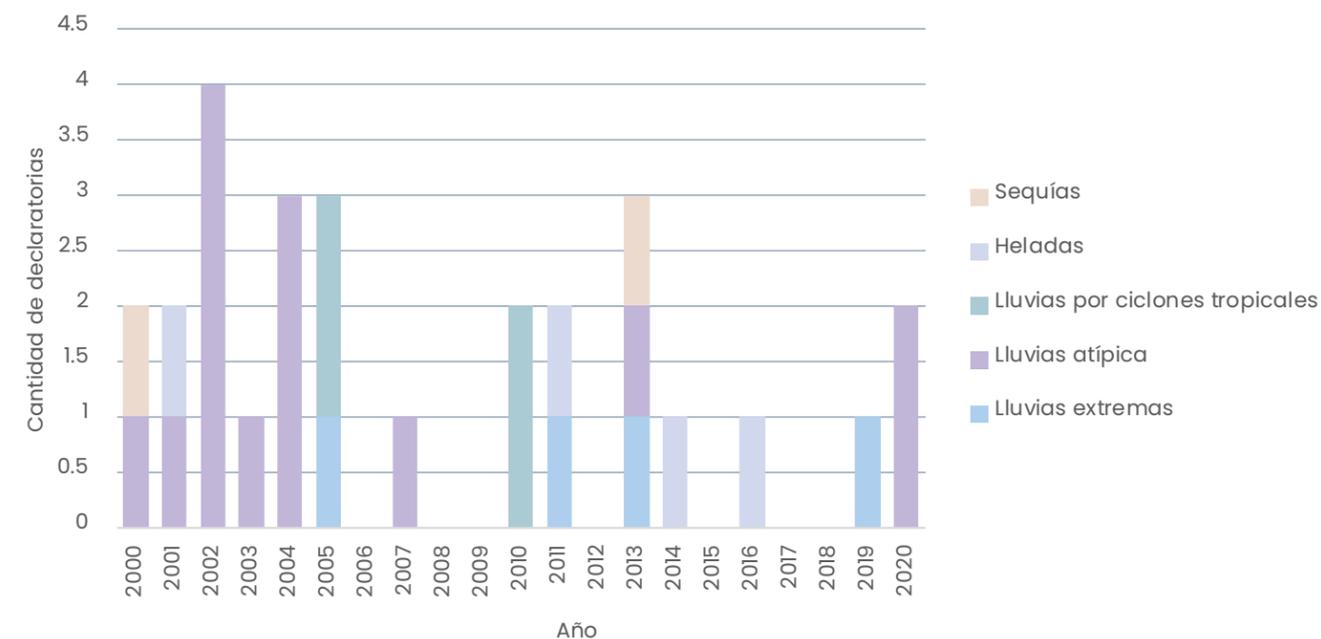
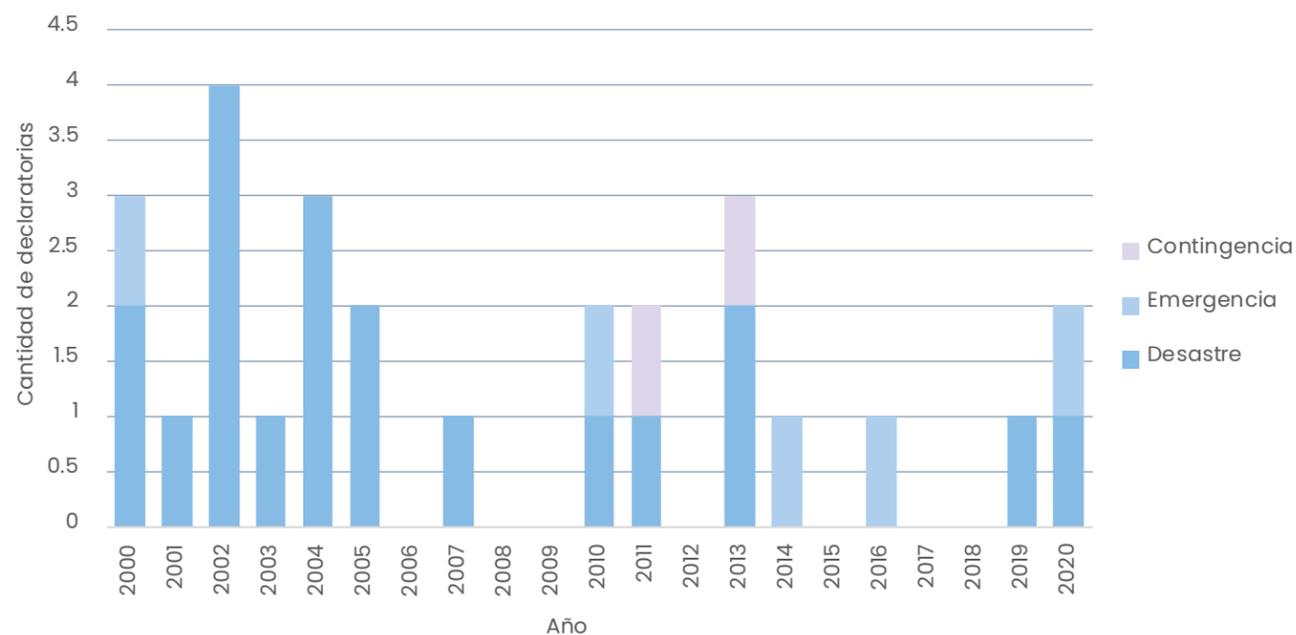


Figura 13. Cantidad de declaratorias por evento y por año, durante el periodo 2000-2020 en SNG

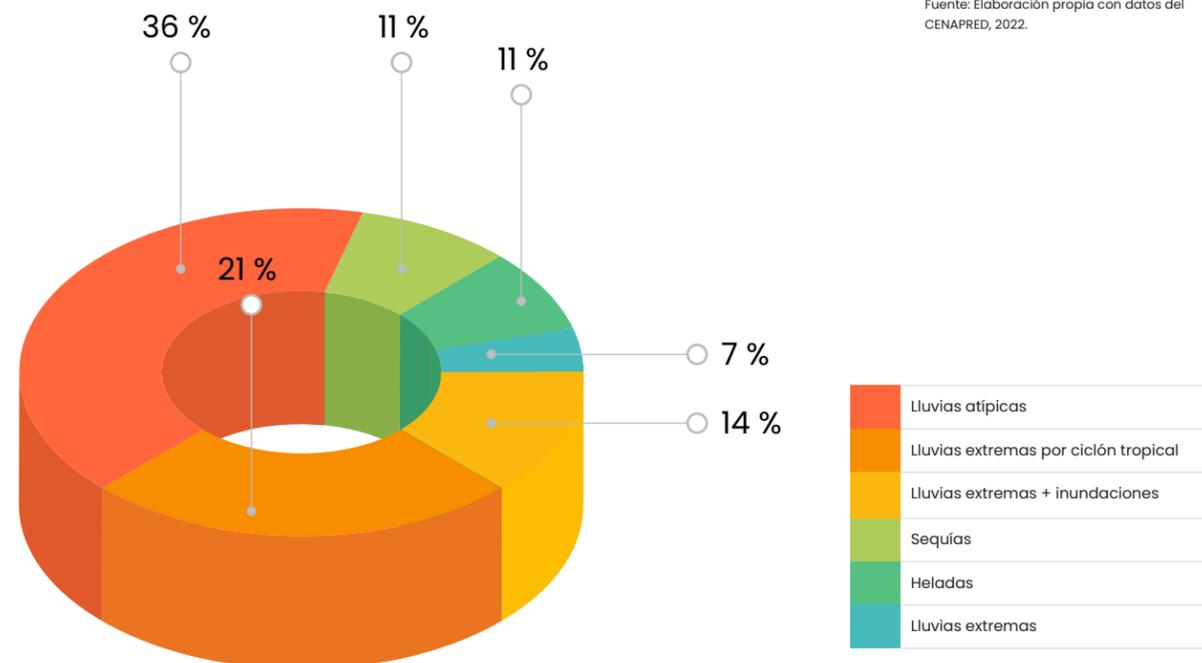
Fuente: Elaboración propia con datos del CENAPRED, 2022.

Como se aprecia en la Figura 14, las lluvias atípicas fueron objeto de emisión de declaratoria principalmente en la década de 2000-2010, y en la década siguiente destacan las heladas y las lluvias extremas. Conforme a los registros del periodo 2000-2020 del CENAPRED, la mayor cantidad de declaratorias de emergencias, desastres y contingencias climáticas estuvieron relacionadas con lluvias atípicas en un 36%, los registros de heladas y sequías alcanzaron un 11% cada uno y el de menor repetición fue la lluvia por ciclón tropical con un 7% (Figura 14).



Figura 14. Proporción de declaratorias por tipo de evento en el periodo 2000-2020 en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos del CENAPRED, 2022.



i. Lluvias extremas e inundaciones

Considerando la siniestralidad derivada de las lluvias atípicas y aquellas detonadas por ciclones tropicales, es necesario reconocer el comportamiento de las tormentas intensas en el territorio. Para dicho fin, se caracterizaron las lluvias intensas con duración de 1 y 24 horas, reconociendo que las intensidades de estos eventos meteorológicos tienen la capacidad de detonar afectaciones a los sistemas hídricos y geológicos en el territorio de San Nicolás de los Garza, y que se expresan a través de inundaciones y procesos de remoción en masa.



Para la identificación de las lluvias intensas, se retomaron las isoyetas elaboradas por el instituto de Ingeniería de la UNAM y validadas en 2016 por el CENAPRED, como insumos para el cálculo de la proyección de lluvias en el desarrollo de modelaciones de inundaciones en México, las cuales se expresan por periodo de retorno (probabilidad de ocurrencia expresada en año de recurrencia) para periodos de concentración de 1 y 24 horas (Figura 15).

La precipitación proyectada presenta intensidades de hasta 250 mm acumulados en un día para el periodo de retorno de 50 años. Esta información es coherente con el registro de precipitación de las estaciones meteorológicas consultadas para la caracterización de los elementos del clima. Cabe destacar que se proyectan lluvias extremas con una acumulación de hasta 70 mm en 1 hora, intensidad que debe considerarse en el cálculo de capacidad instalada necesaria de los sistemas de drenaje en el municipio.



Tormenta de 1 día		Tormenta de 1 hora	
5 años	5 años	5 años	5 años
10 años	10 años	10 años	10 años
20 años	20 años	20 años	20 años
50 años	50 años	50 años	50 años
100 años	100 años	100 años	100 años

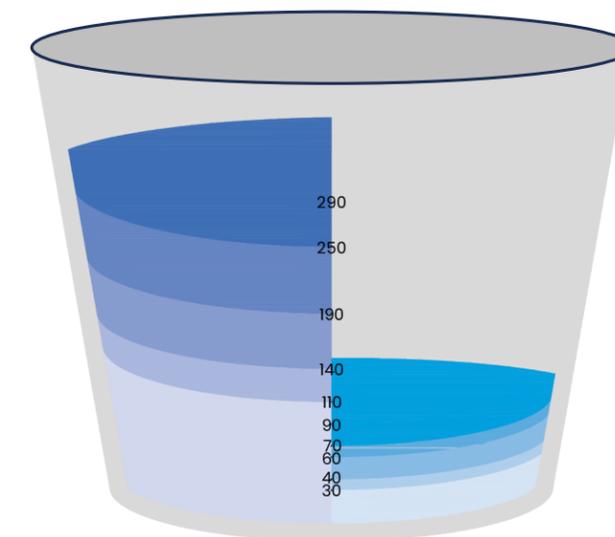


Figura 15. Resumen de lluvias extremas proyectadas por día y hora en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Ingeniería, UNAM, 2016.

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal (Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021) y con la ubicación de San Nicolás de los Garza en la subcuenca del río Pesquería —integrada a su vez por los arroyos Topo Chico, Los Pinos, La Talavera y la zona Peña Guerra y cauces derivados de la Cuenca del río San Juan—, el territorio suele tener afectaciones procedentes de los escurrimientos de los principales arroyos o debido a que los sistemas de drenaje se ven rebasados en eventos de lluvias atípicas. Según la Dirección de Protección Civil municipal, los puntos más frecuentes de inundaciones o encharcamientos originados por lluvia presentan recurrencia en las colonias Arboledas de San Jorge, Ampliación del Vidrio Sector 1 y 2, Bosques de Santo Domingo, Bosques del Nogalar, Estancia Minera Sector 1, José López Portillo, Las Misiones, Margarita Salazar, zonas comerciales e industriales, en Av. Manuel L. Barragán, Av. Sendero Divisorio, Av. Alonso Reyes, Av. Lerdo de Tejada, Carretera Monterrey–Nuevo Laredo, Anillo Vial Metropolitano, Av. San Nicolás, Av. Lic. Adolfo López Mateos, C. de Las Flores, Av. de la Juventud. Los sitios con mayor incidencia de flujos superficiales derivados de los arroyos Topo Chico y Los Pinos se ubican principalmente en las colonias Las Puentes, Ciudad Universitaria, Cuauhtémoc Sector 1, Nova, Parques de Anáhuac, Valle de Las Puentes, Rincón de Los Álamos, Pradera de Santo Domingo, Margarita Salazar, Privada del Nogalar, Los Mezquites, Ampliación Villas Oriente, etcétera.

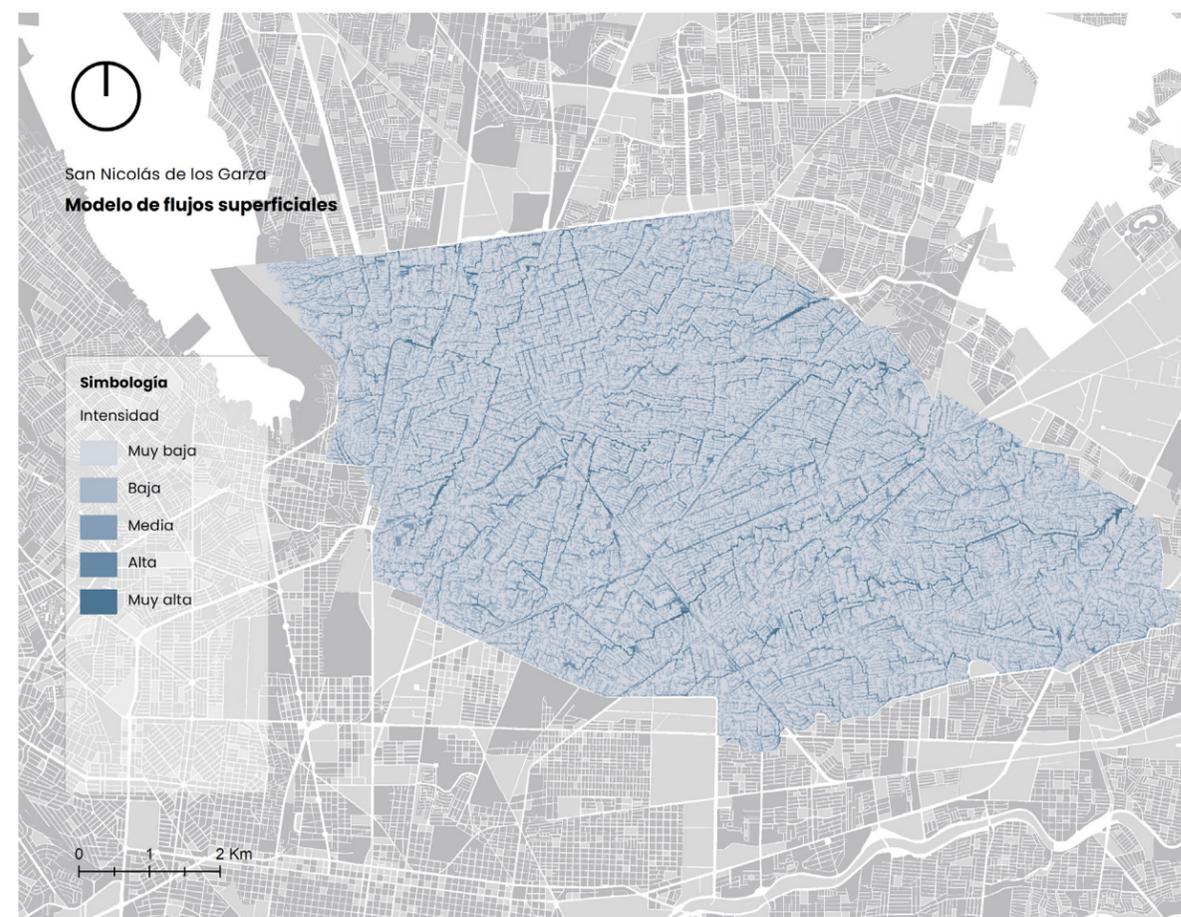
146

El Mapa 12 muestra la modelación de los flujos superficiales del Atlas de Riesgos Municipal (2021), identifica el grado de susceptibilidad a inundaciones pluviales urbanas (derivadas por precipitaciones), producto de un análisis hidráulico de la subcuenca del río Pesquería, su potencial de escurrimientos, así como el procesamiento del Modelo Digital de Elevación de alta resolución (de 1 m por 1 m obtenida de vuelo), el cual aporta información con mayor detalle. Las zonas en azul oscuro ostentan altos y muy altos grados de susceptibilidad a la acumulación de flujo, por lo tanto, una alta probabilidad de inundaciones o encharcamientos.

Con la información de lluvias proyectadas a diferentes periodos de retorno, procesadas en el Atlas de Riesgos Municipal (2021), se tienen los siguientes modelos de inundaciones pluviales urbanas para los periodos de retorno de 5 y 100 años (mapas 13 y 14). En ellos se identifica el tirante de inundación en milímetros acumulados dentro del territorio municipal, los flujos en color azul más oscuro asumen mayor magnitud de acumulación, por lo tanto, más probabilidad de inundaciones o encharcamientos. La mayor acumulación esperada en 5 años es de 104.7 ml, y para 100 años es de 285.6 ml, lo que significa un aumento de más del doble de intensidad, por lo que es necesario adoptar medidas para aminorar estos riesgos en el municipio.

Mapa 12. Modelo de flujos superficiales

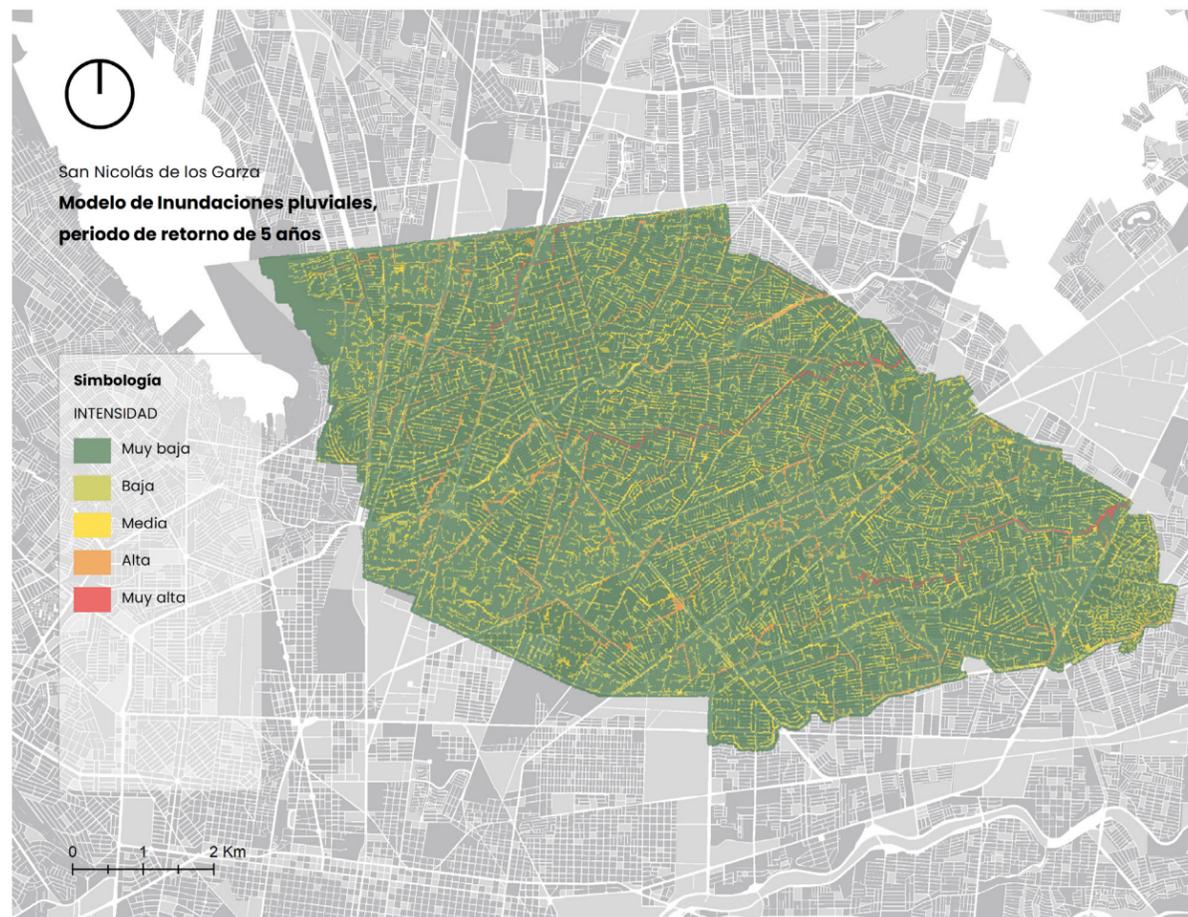
Fuente: Atlas de Riesgo para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021).



147

Mapa 13. Modelo de inundaciones pluviales urbanas para un periodo de retorno de 5 años

Fuente: Atlas de Riesgo para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021).



Mapa 14. Modelo de inundaciones pluviales urbanas para un periodo de retorno de 100 años

Fuente: Atlas de Riesgo para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021).



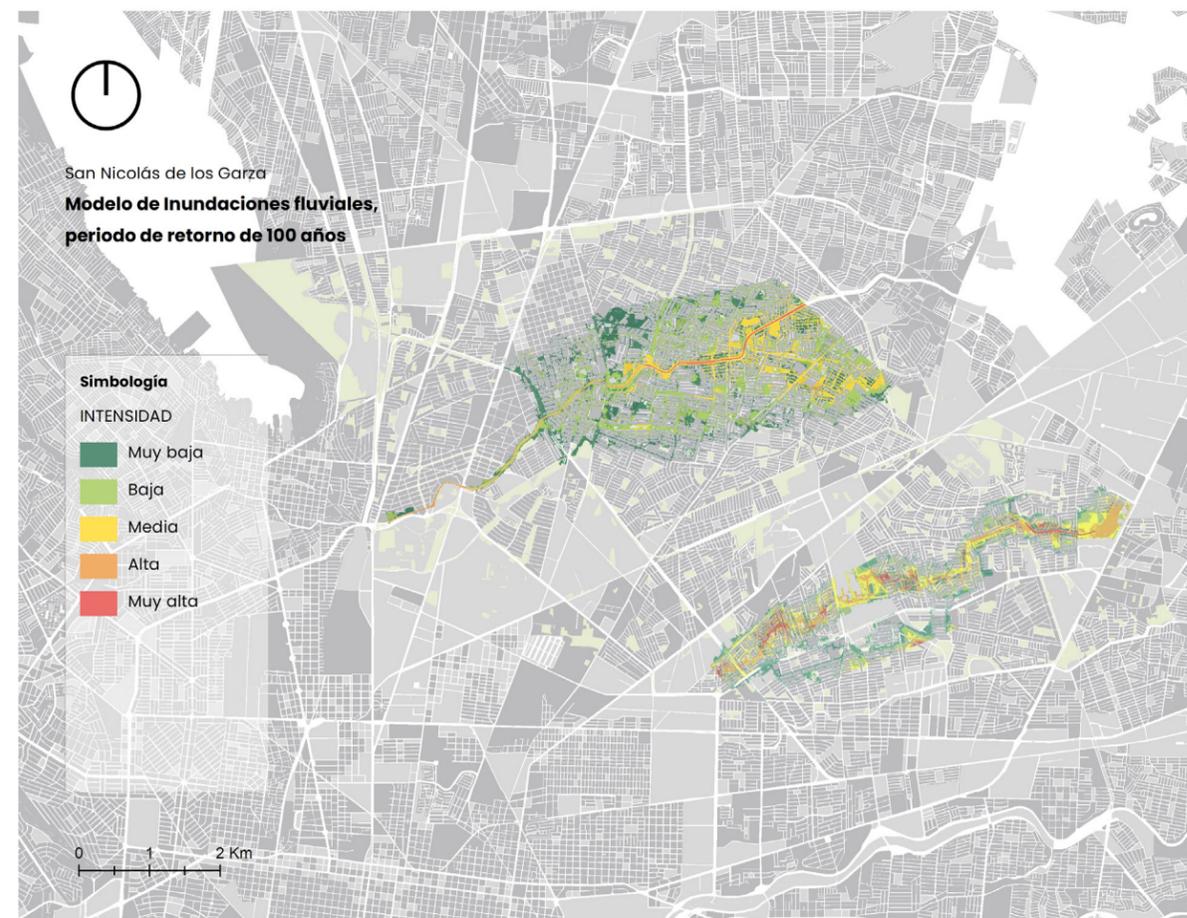
El municipio también cuenta con modelaciones de flujo dinámico del área de afectación de los arroyos Topo Chico y Los Pinos, las cuales se elaboraron en el Atlas de Riesgos Municipal (2021) a partir de información de un vuelo de superficie de 1 m por 1 m de resolución y una imagen de alta resolución LiDAR del INEGI, de resolución de 5 m respectivamente. Los mapas 15 y 16 muestran los modelos para los periodos de retorno de 5 y 100 años, en los que se aprecian las áreas con mayores posibilidades de afectaciones con las tonalidades más oscuras. El arroyo Topo Chico asume mayor profundidad máxima y mayor superficie de posible afectación que el arroyo Los Pinos, no obstante, en este último también se presentan importantes zonas de posible afectación. El mayor tirante de inundación estimado para 5 años en el arroyo Topo Chico es de 12.5 m, en contraste con los 5.5 m del arroyo Los Pinos, los cuales se proyectan ampliar a 12.9 m y 6.07 m respectivamente. Cabe destacar que la superficie de afectación derivada del flujo de los arroyos se expande, sobre todo al Noreste del arroyo Topo Chico y al Sur de Los Pinos, por lo que los modelos reflejan mayor alcance en el posible desbordamiento de los arroyos.

Mapa 15. Modelo de inundaciones fluviales (vuelo superficie) por profundidad máxima para un periodo de acumulación de 24 horas sobre los arroyos Topo Chico y Los Pinos, periodo de retorno de 5 años

Fuente: Adaptado del Atlas de Riesgo para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021).

Mapa 16. Modelo de inundaciones fluviales (vuelo superficie) por profundidad máxima para un periodo de acumulación de 24 horas sobre los arroyos Topo Chico y Los Pinos, periodo de retorno de 100 años

Fuente: Adaptado del Atlas de Riesgo para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021).



ii. Temperaturas máximas y sequías

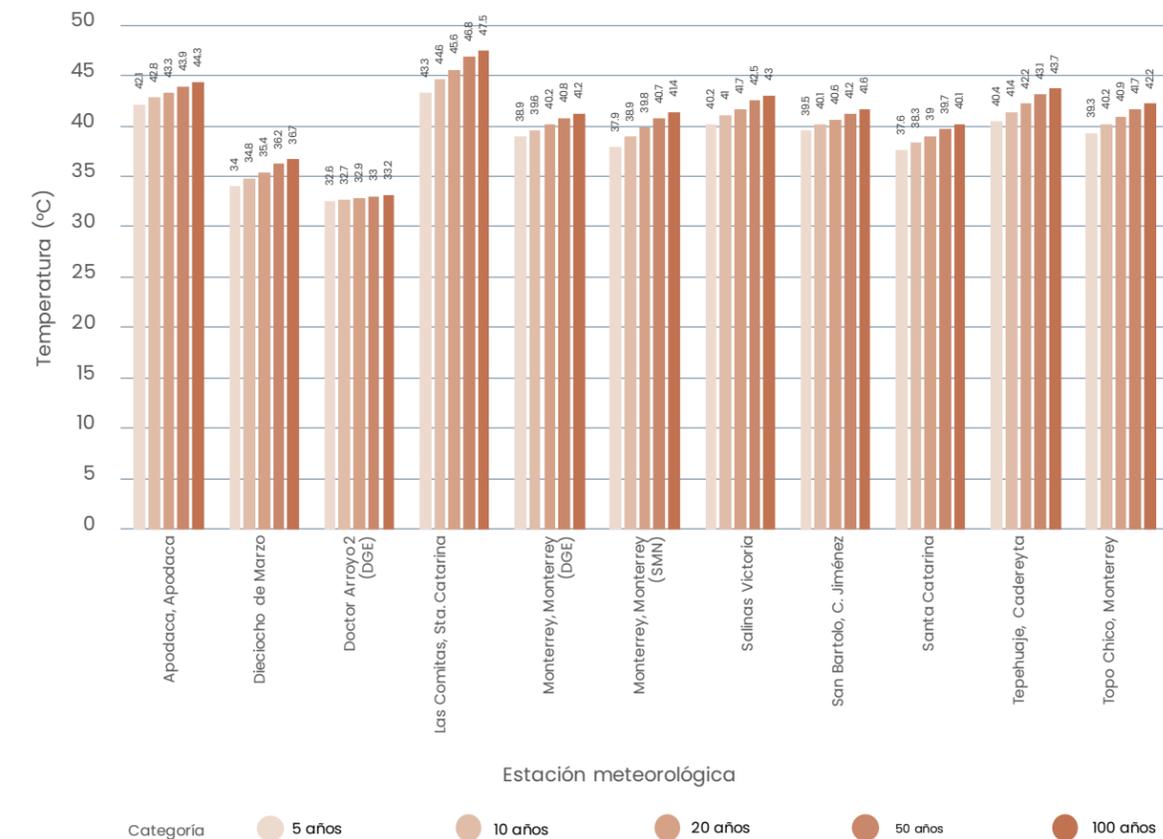
Las sequías son un fenómeno natural que se define tanto por la disminución o la ausencia de precipitaciones pluviales respecto al índice anual, como por la incidencia de temperaturas extremas que aceleren la evapotranspiración, las cuales reducen la presencia de humedad en el territorio; un componente clave para el desarrollo de sequías es la incidencia de temperaturas extremas que afecten los sistemas expuestos o productivos dependientes de las condiciones atmosféricas.



Para conocer el comportamiento de las temperaturas máximas en el municipio (Figura 16), se empleó el método de Gauss-Gumbel para la proyección estadística de los datos climáticos, considerando los datos de los meses más cálidos (abril-septiembre) para determinar la temperatura máxima media y la desviación estándar, para de esta manera proyectar la intensidad máxima probable para cada periodo de retorno a partir de la serie de datos histórica.

Figura 16. Resumen de temperaturas máximas (°C) proyectadas a través del método de Gauss-Gumbel para SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA, 2021).

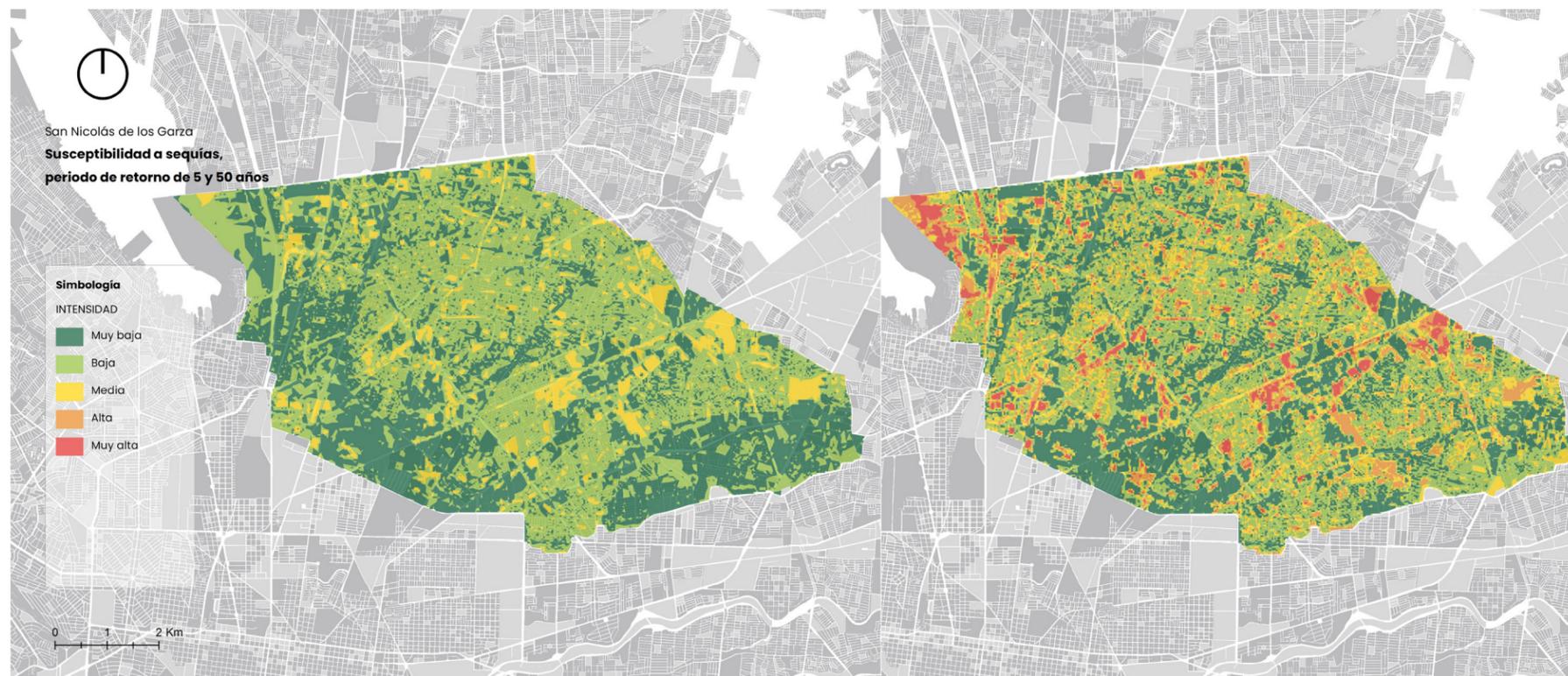


La estadística indica que las temperaturas proyectadas se encuentran dentro del rango que definen las temperaturas máxima promedio y la máxima histórica para el periodo de 100 años, datos cercanos a los valores registrados en las estaciones meteorológicas del SMN.

De acuerdo con el Atlas Municipal de Riesgos de San Nicolás de los Garza (2021), el grado de sequía se relaciona con el exceso o déficit de precipitación (expresado por el índice estandarizado de precipitación), el grado de estrés de la vegetación y humedad del suelo (índice diferencial de vegetación normalizado) y como factor detonante las temperaturas máximas proyectadas para los diversos periodos de retorno. De esta manera, dicho estudio determina que el grado de ocurrencia al fenómeno de sequías actualmente sucede con mayor intensidad en el área urbana, pese a que los sistemas vulnerables cuentan con vegetación en su superficie.

Los siguientes mapas identifican la susceptibilidad a sequías para un periodo de retorno de 5 y 100 años. En el Este y Centro del territorio municipal, con color amarillo, se presenta una susceptibilidad media a sequías para el periodo de retorno de 5 años, la mayor en este escenario. En contraste, para el periodo de retorno de 100 años, se distinguen áreas con grados altos y muy altos (identificados con color anaranjado y rojo respectivamente) de susceptibilidad a sequías distribuidos en el Noroeste, Centro y Este municipal (Mapa 17).





154

Debido a los impactos que estos eventos ocasionan al bienestar de la población y a los efectos más recientes de la sequía registrada durante el año 2022, a continuación se describen otros acercamientos adicionales que se aplicaron para complementar la caracterización del fenómeno a nivel regional.

1. Determinación de vulnerabilidad a la sequía a partir de la metodología del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación a la Sequía (PMPMS, 2013), para la cuenca del Río Bravo.
2. Análisis de recurrencia de distintos tipos de sequía en SNG, de acuerdo con información estadística del Monitor de Sequía de México (MSM) (CONAGUA, 2022).
3. Análisis de sequía y disponibilidad media anual de agua subterránea, el cual utiliza como base del cálculo la disponibilidad media anual (DMA) de agua subterránea (CONAGUA, 2020).
4. El balance hídrico relacionado con la disponibilidad de agua superficial (CONABIO, 2016).

Mapa 17. Susceptibilidad a sequías TR05 y TR50

Fuente: Atlas de Riesgo para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 2021.

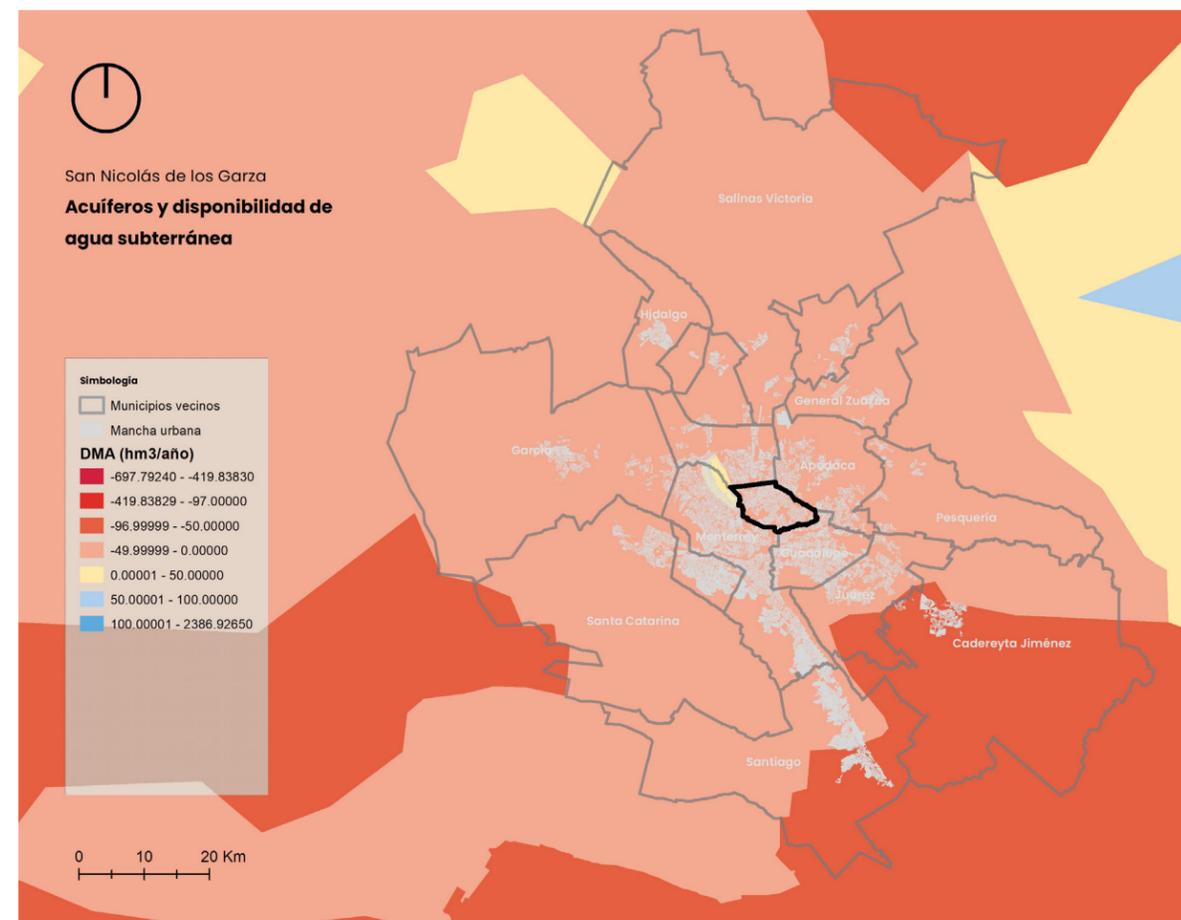
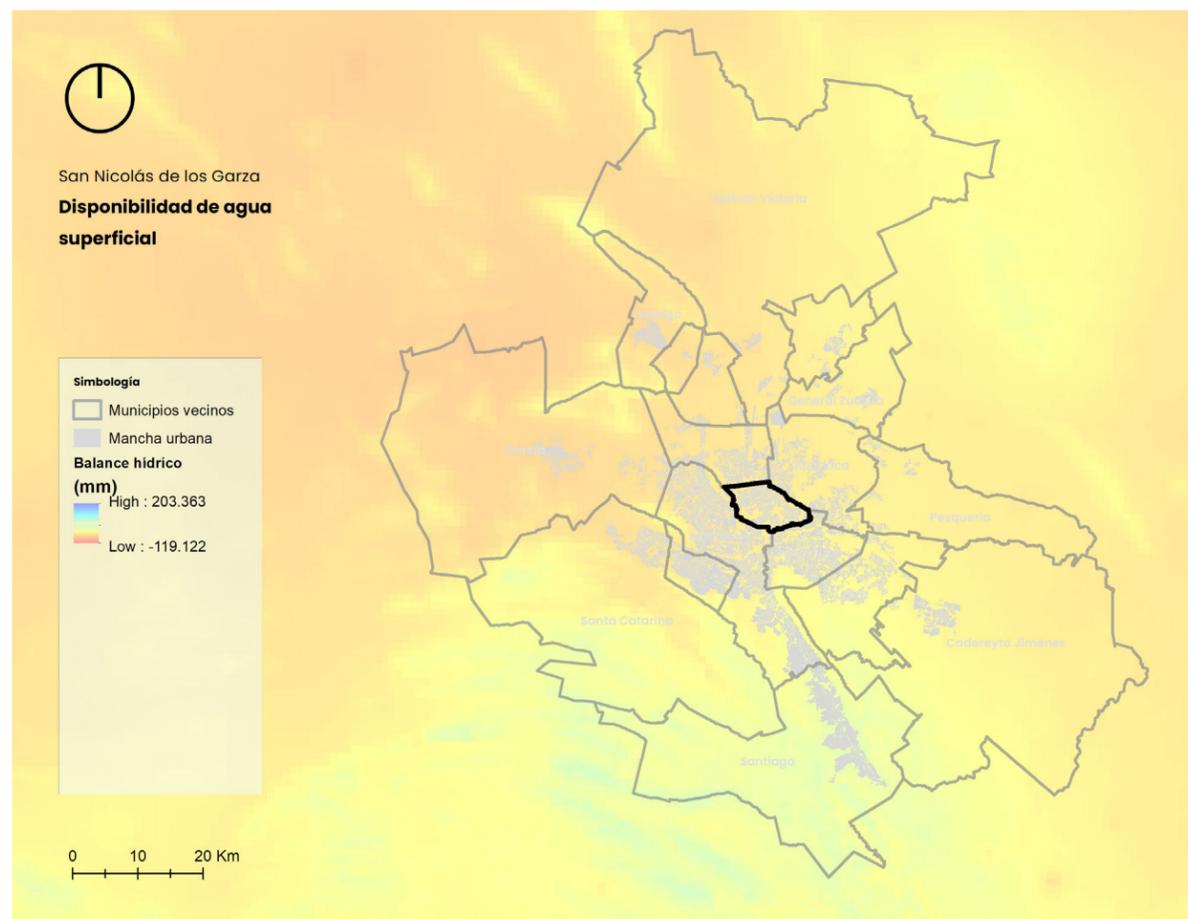
Como parte de este análisis, se encontró que la vulnerabilidad ante la sequía para la subcuenca del río Pesquería se considera Alta (PMPMS, 2013). A pesar de que este valor se obtuvo para el año 2013 y no representa la vulnerabilidad a la sequía actual, para SNG este dato representa un antecedente sobre los niveles de vulnerabilidad a la sequía desde hace 10 años a nivel subcuenca, lo que rectifica que en la gestión del agua la disponibilidad se ha mantenido como un reto no solo municipal, sino a nivel de la AUM (Mapa 18).

La AUM se caracteriza por tener una disponibilidad media anual (DMA) de agua subterránea que se encuentra en el rango de 0 a $-50 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que refleja la limitada capacidad del acuífero para satisfacer la demanda de agua a nivel regional (Mapa 19). San Nicolás de los Garza, al proveerse del acuífero que surte a la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM) (1906), cuenta con una DMA de $-11.51 \text{ hm}^3/\text{año}$. Otras zonas al Noreste, Sureste y Suroeste de la AUM disponen de una menor de agua con DMA de -97 a $-50 \text{ hm}^3/\text{año}$, por lo que el estrés hídrico en la región es crítico, y en todos los casos los cuerpos subterráneos se consideran sobreexplotados (CONAGUA, 2020).

155

Mapa 18. Disponibilidad de agua superficial por balance hídrico. Acuíferos y disponibilidad de agua subterránea

Fuente: Elaboración propia con datos de la Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas (CONAGUA, 2020).



Mapa 19. Acuíferos y disponibilidad de agua subterránea

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO, Guevara y Arroyo-Cruz (2016).



La disponibilidad de agua superficial para la AUM varía en un rango entre 20 a -50 mm con mayor déficit en la zona Noroeste y con superávit en las zonas Sur y Sureste. En SNG, la disponibilidad de agua superficial varía entre -24 y -21 mm. Estos valores en complementariedad con la DMA muestran una disponibilidad de agua limitada que se generaliza en la región y en SNG.

De acuerdo con información del Monitor de la Sequía de México, en San Nicolás de los Garza han prevalecido las condiciones anormalmente secas (D0) con 52 eventos de este tipo desde que se inició el registro en el 2005, seguido por la sequía moderada (D1) con 17 eventos, la sequía severa con 14 (D2) y, en menor proporción, la sequía extrema (D3) con 8 eventos. Los eventos de sequía extrema ocurrieron en 2011. En 2021 se registró el mayor número de eventos relacionados con sequía, con un total de 11 periodos anormalmente secos y 6 periodos de sequía severa. No se han registrado niveles de sequía excepcionales (D4), no obstante, se muestra una tendencia incremental en el número de estos eventos (Figura 17).

Clasificación de sequías de acuerdo con el Monitor de la Sequía de México

	Anormalmente seco (D0)	Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía.
	Sequía moderada (D1)	Ocasiona 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 sugiere imponer restricciones en el uso de esta.
	Sequía extrema (D3)	Provocará pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo y se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
	Sequía excepcional (D4)	Habrán 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.

158

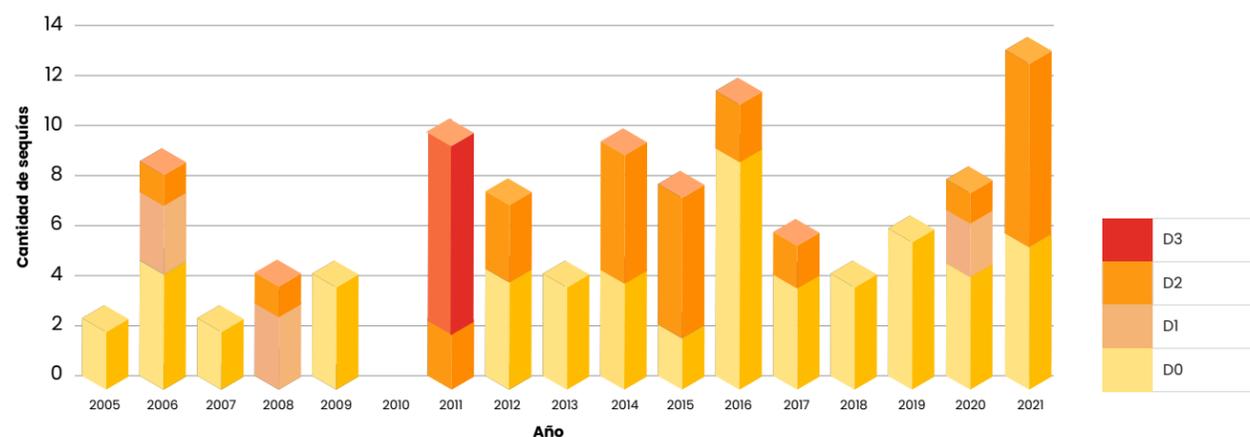


Figura 17. Sequías declaradas en el periodo 2005-2021 en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Monitor de Sequía en México (CONAGUA, 2022), propia con datos de CONABIO, Guevara y Arroyo-Cruz (2016).



Falta de agua según la percepción de las y los habitantes en SNG

En el proceso participativo se identificó que el 93% de quienes participaron han sido afectados por la falta de agua. De igual forma, mencionaron que la zona oriente del municipio, con énfasis en las colonias de reciente creación, es la que más padece por falta de agua y, en menor medida, también la zona Centro-Sur.

159



iii. Temperaturas mínimas y heladas

La disminución de la temperatura del aire cerca de la superficie del suelo a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua (0 °C), durante más de cuatro horas, se conoce como "helada" (WMO, 1992). Los elementos meteorológicos que intervienen en la formación de ellas son el viento, la humedad atmosférica, la nubosidad y la radiación solar (CENAPRED, 2021). Este fenómeno afecta a los sistemas de producción de alimentos y a la salud, en especial, la de grupos vulnerables como la población infantil y adulta mayor.

Para la evaluación de las temperaturas mínimas proyectadas, se empleó el método de Gauss-Gumbel para la proyección estadística de los datos climáticos (Figura 18), en los cuales se tomaron los datos de los meses más fríos (octubre-marzo) para determinar la temperatura mínima media y la desviación estándar, para así proyectar la intensidad máxima probable para cada periodo de retorno a partir de la serie de datos histórica.

La proyección de temperaturas mínimas, en contraste con las temperaturas mínimas históricas, arroja una menor incidencia de temperaturas por debajo de los -5 °C, es decir, se espera que las temperaturas mínimas proyectadas se encuentren muy por encima de la mínima histórica y más cercanas al umbral definido por la temperatura mínima promedio observada en las estaciones meteorológicas.

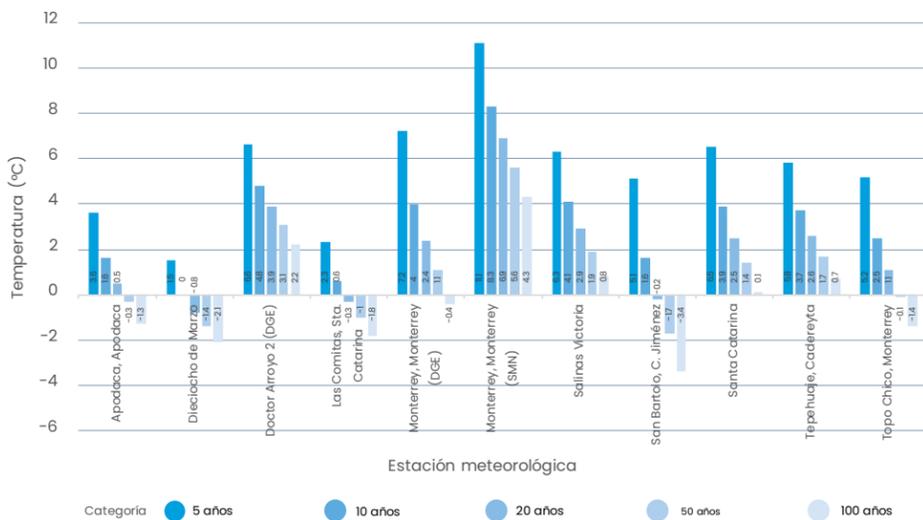


Figura 18. Resumen de temperaturas mínimas proyectadas a través del método de Gauss-Gumbel según estación meteorológica y periodos de retorno para SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA, 2021).



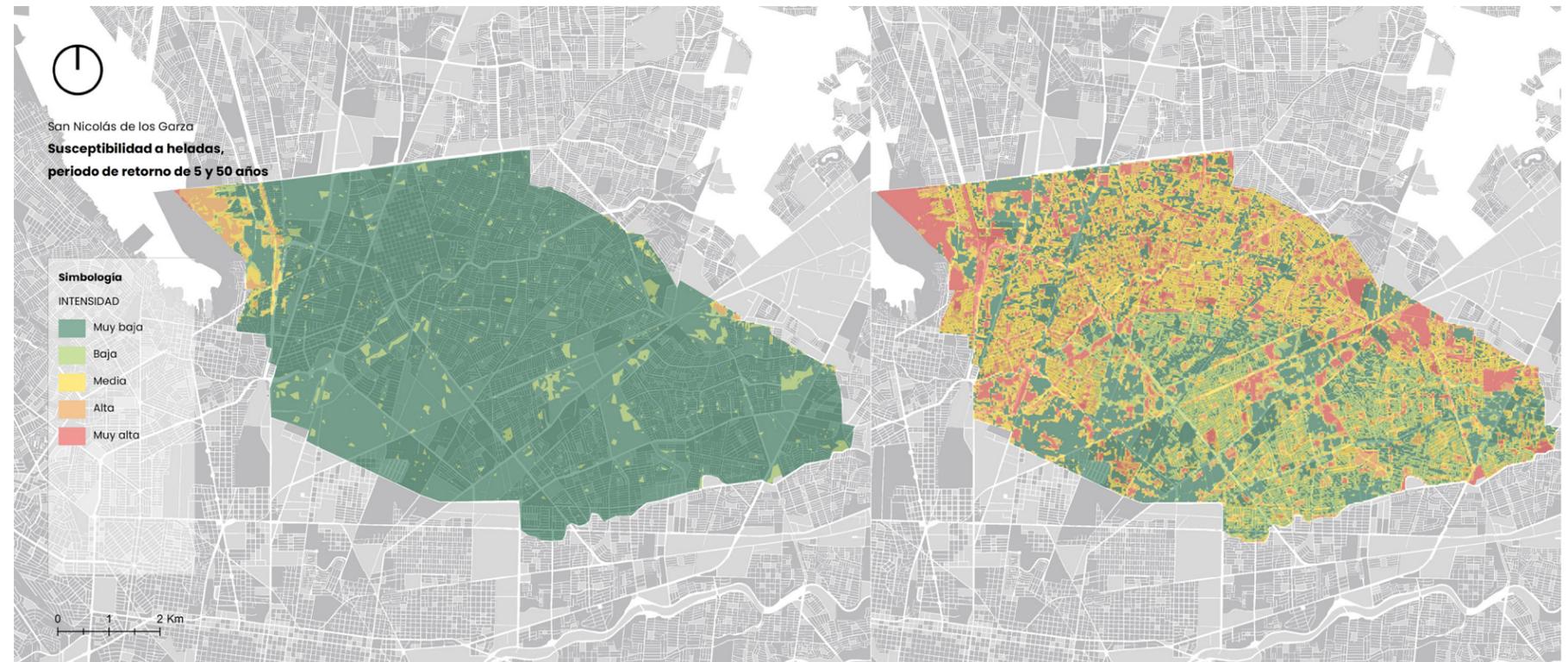
La distribución de este fenómeno en el municipio se identifica en el Atlas de Riesgos Municipal (Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza, 2021), el cual integra aquellas áreas donde las temperaturas mínimas junto con el gradiente térmico y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) convergen en el territorio.

En el Mapa 20 se distingue el comportamiento del fenómeno para periodos de retorno de 5 y 100 años. En el primer escenario, la afectación alta (marcada en color anaranjado) se concentra en el Noroeste municipal y en una pequeña zona del oriente central, aunque predomina una muy baja susceptibilidad de afectación (identificado con color verde oscuro).

En contraste, para el escenario a 100 años se detallan varias áreas con grados altos y muy altos de susceptibilidad a heladas, identificados con color anaranjado y rojo respectivamente, sobre todo en Noroeste, Norte y Centro municipal, por lo que es importante adoptar medidas de prevención y mitigación en estas zonas con mayor propensión al impacto de dicho fenómeno.

Mapa 20. Susceptibilidad a heladas para TR05 y TR100

Fuente: Atlas de Riesgo para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 2021.



3.1.4. Escenarios esperados de cambio climático

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) describió en su sexto informe de evaluaciones integrales sobre el cambio climático (IPCC, 2022) cinco escenarios de emisión, las mencionadas Trayectorias de Concentración Representativas (RCP), las cuales se definen por su forzamiento radiativo (FR) total para el año 2100. Las cinco trayectorias RCP alertan escenarios a nivel global sobre las fuerzas impulsoras antropogénicas del cambio climático, en donde se asume que se efectúan políticas encaminadas a limitar las emisiones de CO₂ para mitigar el cambio climático a distintos niveles; dos escenarios con niveles de emisiones de GEI muy bajas y bajas (SSP1-RCP1.9 y SSP1-RCP2.6), los cuales han sido descartados en años recientes, un escenario de estabilización con emisiones intermedias (SSP2-RCP4.5), y dos escenarios con niveles alto y muy altos de emisiones de GEI (SSP3-RCP 7.0 y SSP5-RCP8.5 respectivamente); de los cuales actualmente se ha definido el escenario 8.5 como el indicado para la evaluación de las condiciones más adversas a futuro.

Las emisiones varían entre los escenarios en función de los supuestos socioeconómicos y los niveles de mitigación del cambio climático, entre otros aspectos. La información desarrollada para estos escenarios advierte que la concentración de CO₂ en la atmósfera será mayor en 2100 que en la actualidad, como consecuencia de las emisiones acumuladas desde el siglo XXI, situación que puede inducir graves alteraciones en el sistema global. Los escenarios son importantes para evaluar los posibles impactos futuros, por ello, se analizaron los cambios de temperatura y precipitación aplicando los escenarios con emisiones intermedias SSP2-RCP4.5 y el más adverso SSP5-RCP8.5, de acuerdo con la metodología propuesta por el IPCC desde 2014 (IPCC, 2017).

SSP 2-RCP 4.5	La mitigación se da intermedidamente, y llega a emitir entre 530-580 GtCO ₂ e/año, por lo que el forzamiento radiativo se estabiliza en 4.5 W/m ² después del 2100.
	Antes del 2100, la temperatura habrá aumentado entre 1.4 °C y 3.1 °C, con la temperatura del Ártico subiendo más rápido que en el resto del planeta, disminuyendo la superficie de hielo.
	El nivel del mar, para el 2100, podría aumentar entre 0.4 m y hasta 0.75, mientras que su acidez tenderá a aumentar entre 38% y 41%.
	Las especies vegetales no podrán desplazar sus rangos de distribución con suficiente rapidez, la mayoría de pequeños mamíferos y moluscos dulceacuícolas no serán capaces de acompasar su tasa de desplazamiento (AR5-IPCC, 2014).
	Este escenario se acerca a objetivos más reales de reducción de emisiones de GEI, de acuerdo con las circunstancias globales, y se considera como el más probable para la toma de decisiones.

Se analizaron tres horizontes de tiempo, de acuerdo con los periodos definidos por el IPCC (2022): horizonte a futuro cercano o corto plazo (2021-2040), horizonte a futuro medio o mediano plazo (2040-2060) y horizonte a futuro lejano o largo plazo (2081-2100), ajustados al territorio nacional acorde con la información de la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM, a partir de bases de la climatología diaria del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de México de temperaturas media, máxima, mínima y precipitación a una alta resolución espacial (30" x 30", aproximadamente 926 m x 926 m) en relación con el periodo 1981-2010, sumada a los datos del sexto Informe de Evaluación del IPCC (UNIATMOS, 2022).

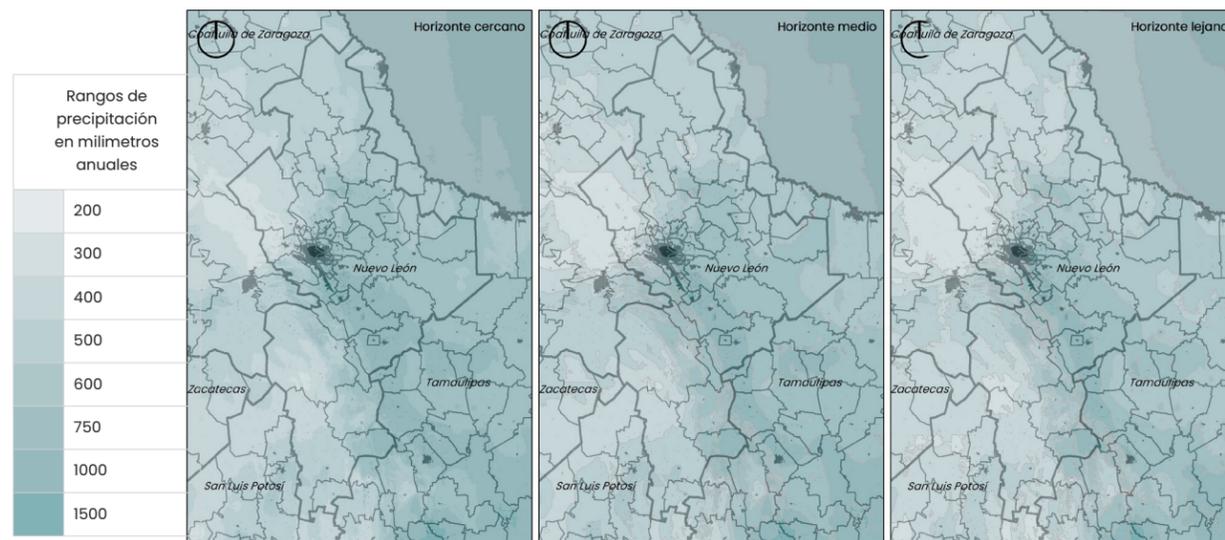
A continuación, se presenta la información de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 a tres horizontes a futuro cercano, medio y lejano por variable (precipitación: temperaturas media, mínima, máxima y extremas), de manera gráfica en mapas para apreciar los cambios de los escenarios a nivel regional y la estadística local a nivel de distrito, del municipio de San Nicolás de los Garza (ver Anexo 7.2).

Fuente: Elaboración propia con datos de AR5-IPCC (2014), IPCC (2017) y Oliver et al. (2017).

SSP 5-RCP 8.5	No se implementa ningún tipo de medidas, por lo que se denomina business as usual.
	Las emisiones continúan incrementando a más de 1000 GtCO ₂ e/año, elevando el forzamiento radiativo a más de 8.5 W/m ² para 2100, y continúa creciendo por un tiempo.
	Para el 2100, la temperatura habrá aumentado de 2.6 °C a 4.8 °C y, al igual que en el RCP 4.5, la temperatura del Ártico subiría más que en el resto del planeta. La capa de hielo ártico disminuye completamente en el mes de septiembre.
	El nivel medio del mar incrementará entre 0.50 m y 1 m, mientras que su acidez tenderá a aumentar del 100% al 109%.
	Se prevé extinción masiva de especies por altas temperaturas, largos periodos de sequía y disminución de oxígeno en el mar.
	La combinación de altas temperaturas y humedad en algunas zonas durante periodos del año comprometen la producción de alimentos y las actividades en el exterior (AR5-IPCC, 2014).
Es un escenario menos probable en comparación con el SSP2 RCP 4.5, pero es útil para visualizar los niveles de concentración de GEI más elevados que podrían presentarse a futuro.	

i. Precipitación

Escenarios RCP 4.5 de precipitación para los 3 horizontes

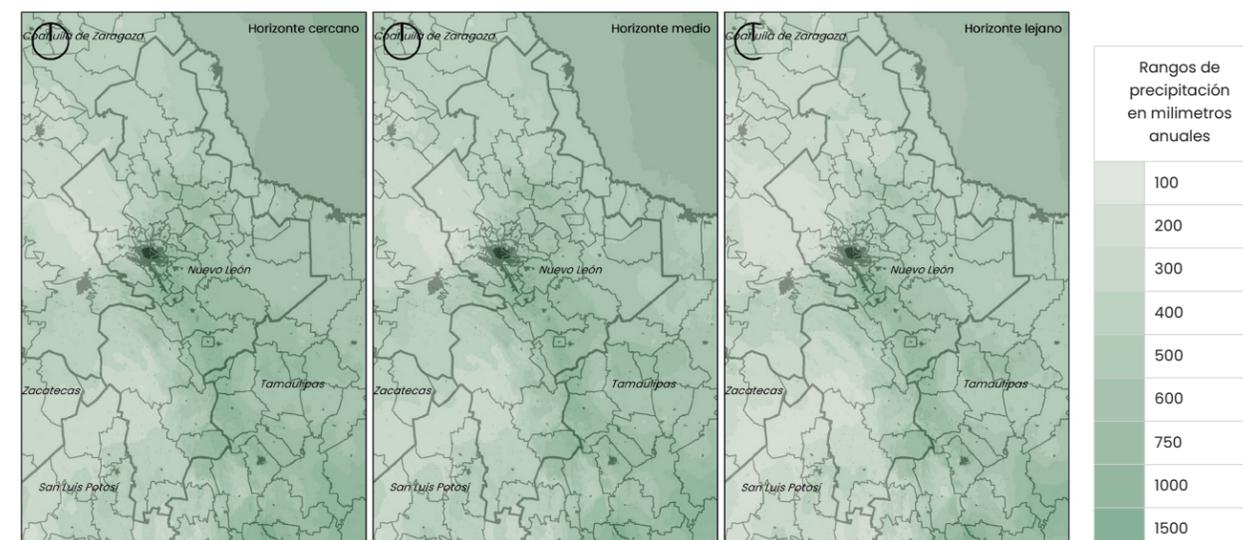


En ambos escenarios se aprecia una disminución en los rangos de precipitación para todo el estado de Nuevo León y en Santa Catarina, además de que se observa una disminución de hasta 300 mm en la lluvia media anual para el escenario RCP 8.5 en el horizonte lejano (mapas 21 y 22). Es preocupante la situación proyectada, dado que lo que se observa es un tipo de desertificación gradual, con un incremento en la intensidad de las temperaturas cálidas y la pérdida de humedad por disminución en la lluvia media anual, lo que puede llevar a la normalización de un clima más árido y con un déficit de lluvia importante, con el potencial para tener repercusiones en la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, al mediano y largo plazo (Figura 19).

Mapa 21. Escenarios RCP 4.5 de precipitación para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de AR5-IPCC (2014), IPCC (2017) y Oliver et al. (2017).

Escenarios RCP 8.5 de precipitación para los 3 horizontes

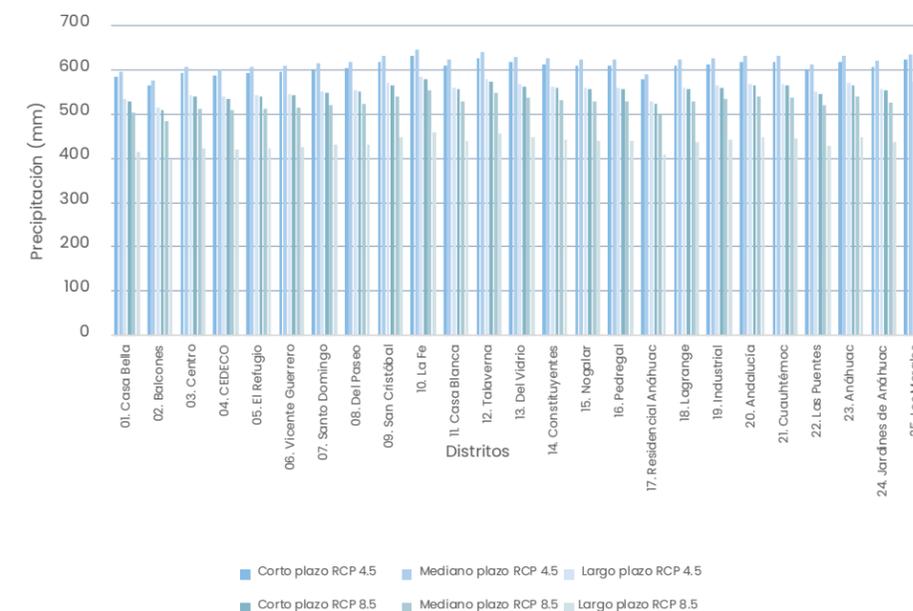


Mapa 22. Escenarios RCP 8.5 de precipitación para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

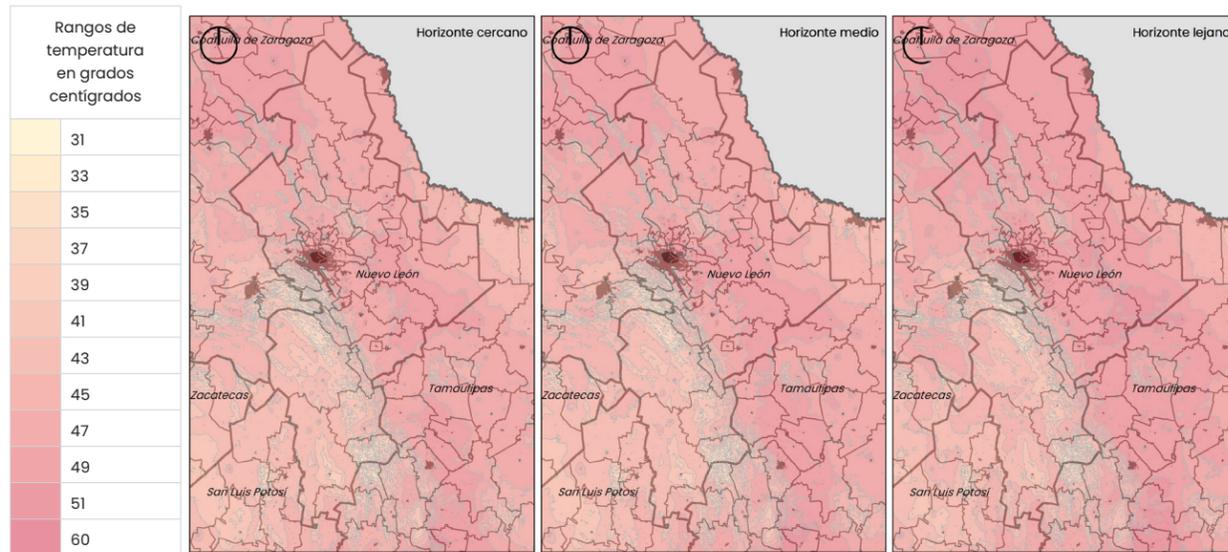
Figura 19. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de precipitación en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia ONU-Habitat a partir de AR6-IPCC, 2021, información del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales UNIAMTOS (UNAM, 2022).



ii. Temperaturas media

Escenarios RCP 4.5 de temperatura máxima para los 3 horizontes

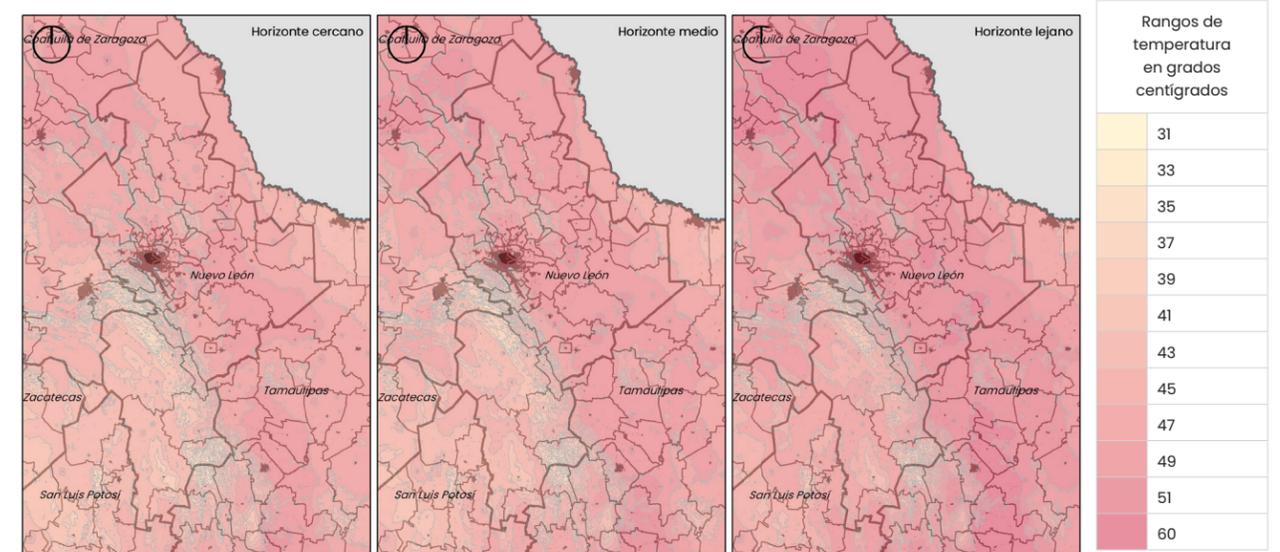


San Nicolás de los Garza es un municipio con una alta variabilidad térmica, que se refleja en la incidencia de temperaturas máximas y mínimas extremas, hecho por el cual, en términos de temperatura promedio, se enmascara la condición climática extremosa del municipio, en rangos que oscilan los 25 °C para toda la serie de datos en ambos escenarios de cambio climático (mapas 23 y 24, Figura 20). Por esta razón, es necesario abordar de forma diferencial las temperaturas máximas y mínimas, entendiendo la estacionalidad y variabilidad térmica que rige el clima del municipio y que puede representar daños a la población tanto por temperaturas cálidas como por temperaturas frías.

Mapa 23. Escenarios RCP 4.5 de Temperatura media para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia ONU-Habitat a partir de datos de UNIATMOS (UNAM, 2022).

Escenarios RCP 8.5 de temperatura máxima para los 3 horizontes

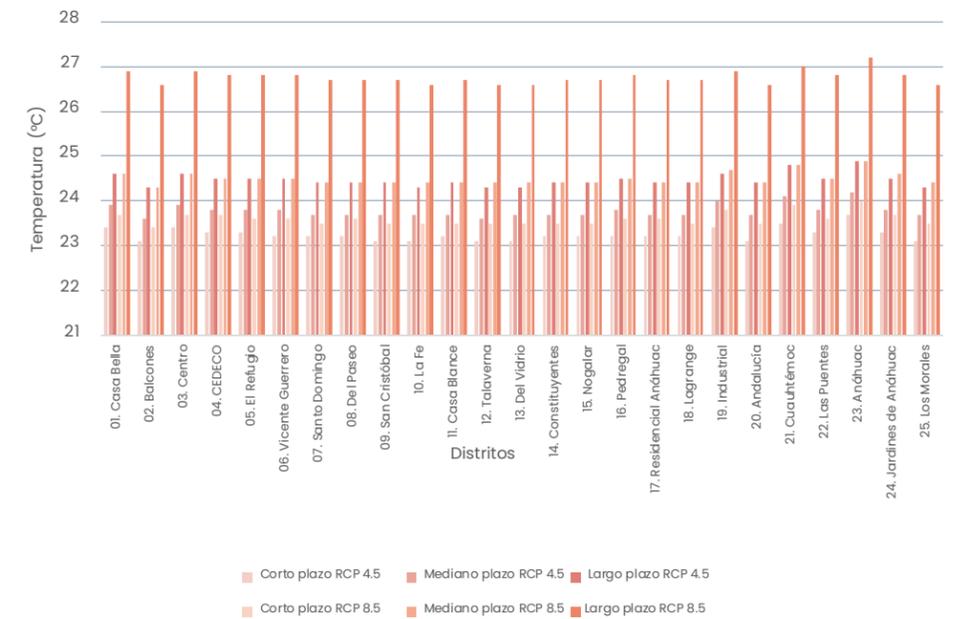


Mapa 24. Escenarios RCP 8.5 de Temperatura media para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIATMOS (UNAM, 2022).

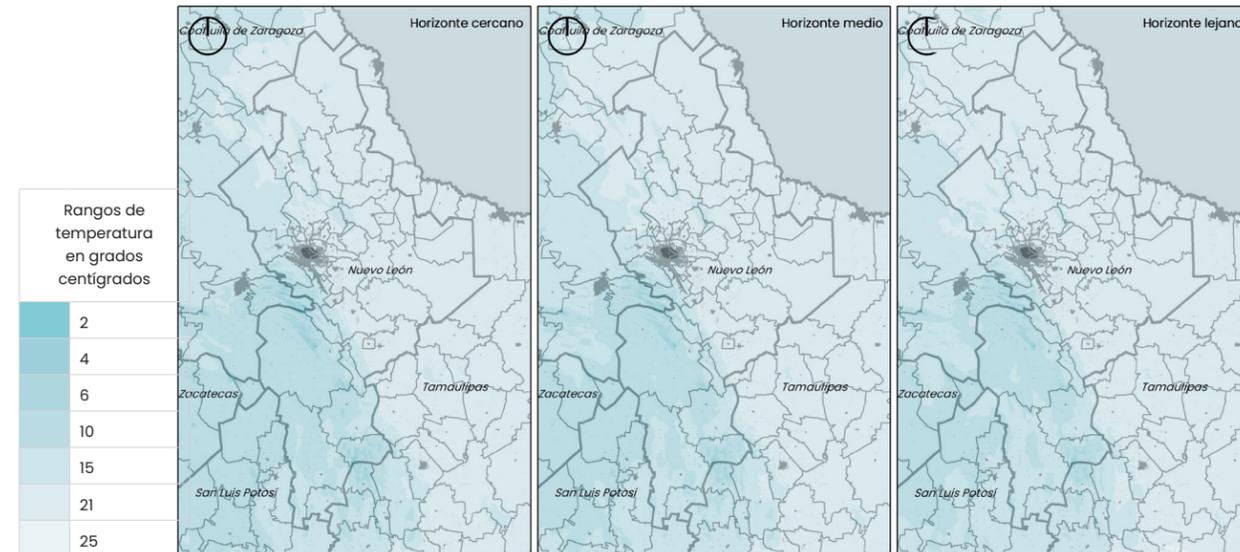
Figura 20. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura media anual en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia ONU-Habitat a partir de AR6-IPCC, 2021, información del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) (UNAM, 2022).



iii. Temperatura mínima

Escenarios RCP 4.5 de temperatura mínima para los 3 horizontes

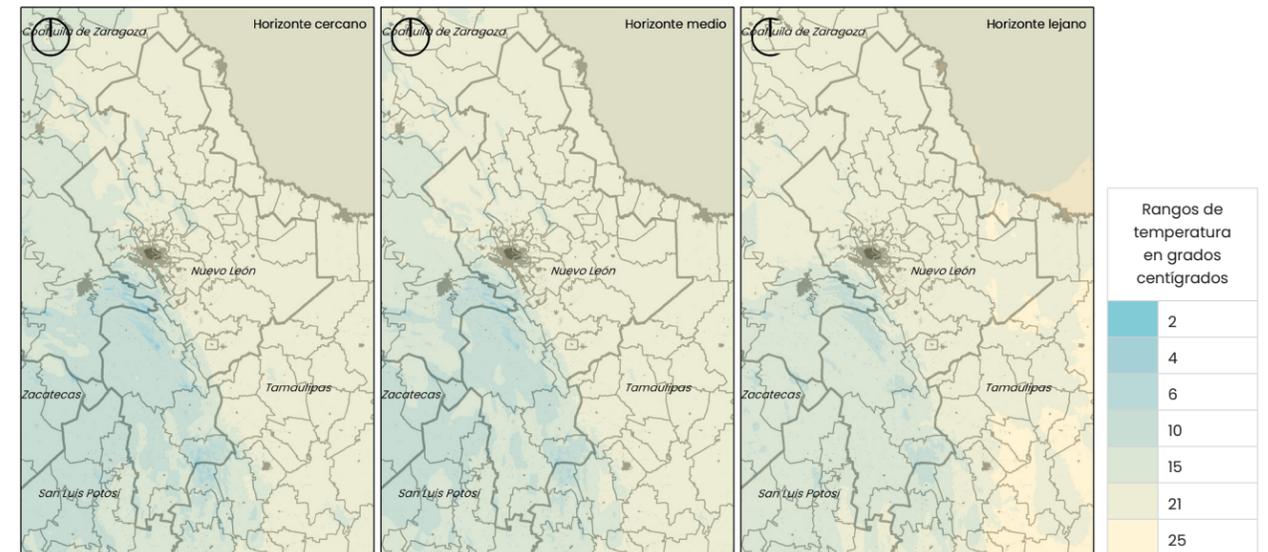


En ambos escenarios, las temperaturas mínimas aumentan y es visible la pérdida de la estacionalidad definida hoy día en el municipio, así como el aumento en las temperaturas que principalmente se presentan en la porción del cerro del Topo Chico (mapas 25 y 26, Figura 21). Así, es apreciable el calentamiento de las temperaturas en SNG durante todo el año, lo que, si bien puede ayudar a disminuir la incidencia de siniestros derivados por temperaturas bajas, es cierto que la modificación a los patrones estacionales tendrá repercusiones a la biodiversidad y a la regulación térmica propia del municipio, la cual se ve comprometida ante el fenómeno de intensificación de las temperaturas cálidas.

Mapa 25. Escenarios RCP 4.5 de Temperatura mínima para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

Escenarios RCP 8.5 de temperatura mínima para los 3 horizontes

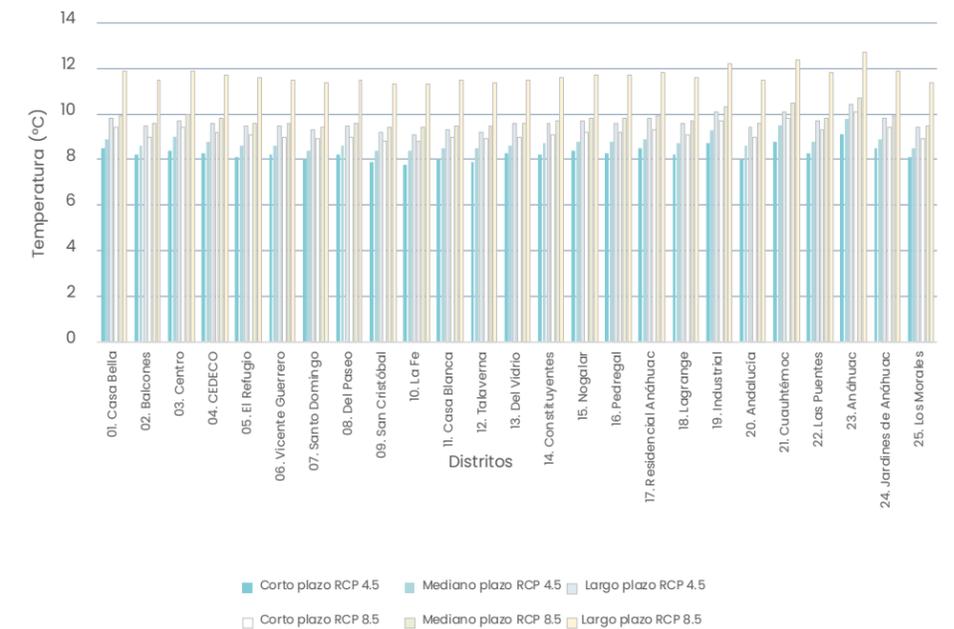


Mapa 26. Escenarios RCP 8.5 de Temperatura mínima para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

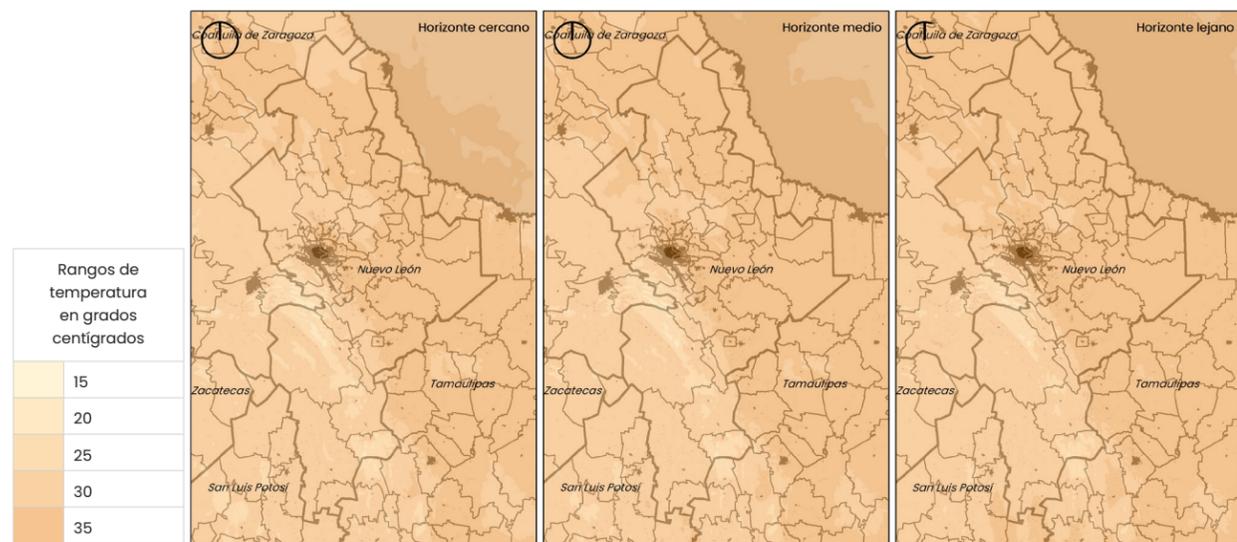
Figura 21. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura mínima en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia, ONU-Habitat a partir de AR6-IPCC, 2021, información del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad de informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales UNIAMTOS (UNAM, 2022).



iv. Temperatura máxima

Escenarios RCP 4.5 de temperatura máxima para los 3 horizontes

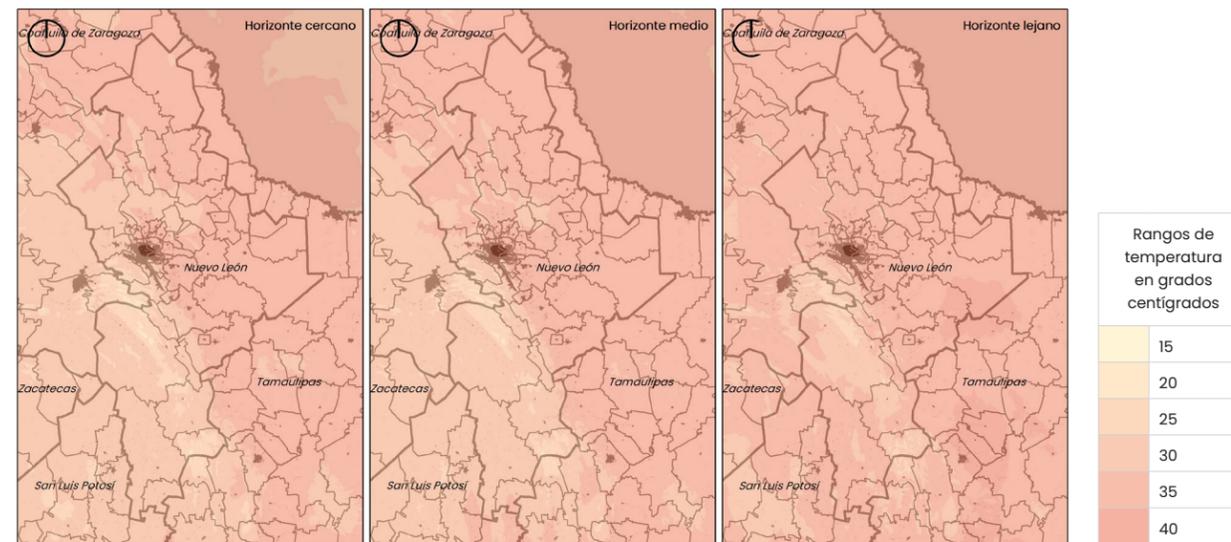


Se estima que las temperaturas máximas aumentarán en el escenario RCP 4.5 un promedio de 1.5 °C para el horizonte lejano, mientras que en el escenario 8.5 lo harán hasta 3.5 °C (mapas 27 y 28, Figura 22). Esto, junto con la pérdida de humedad por la disminución de las lluvias, detonará una desertificación paulatina que incrementará la aridez en SNG, reducirá el acceso a recursos hídricos y comprometerá, a su vez, el desarrollo de las actividades en el municipio, pues un incremento en las temperaturas máximas puede acompañarse de daños a la salud directos e indirectos y que, por un acceso deficiente al agua, podrían definir una mayor morbilidad en la población de SNG.

Mapa 27. Escenarios RCP 4.5 de temperatura máxima para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia ONU-Habitat a partir de datos de UNIAMTOS (UNAM, 2022).

Escenarios RCP 8.5 de temperatura máxima para los 3 horizontes

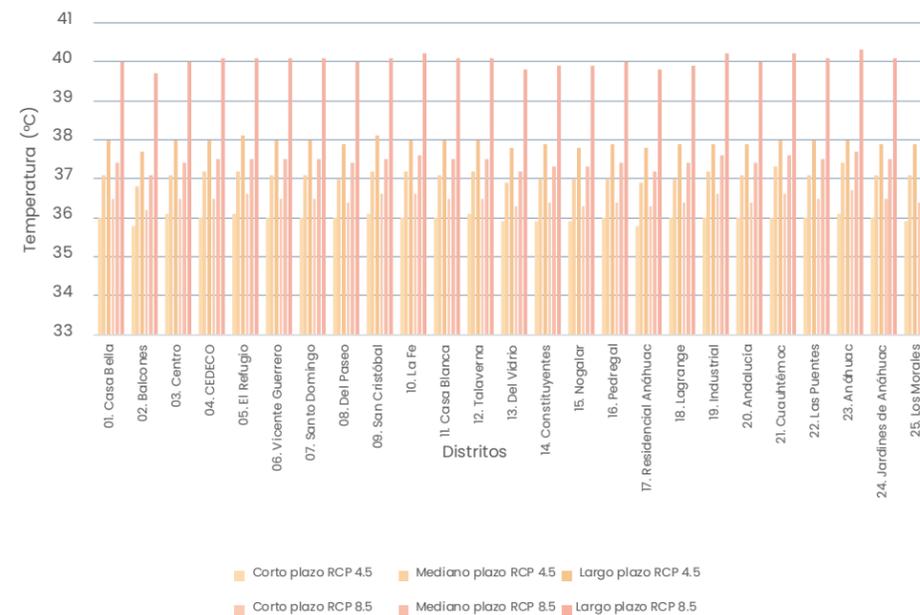


Mapa 28. Escenarios RCP 8.5 de temperatura máxima para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

Figura 22. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura máxima en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza

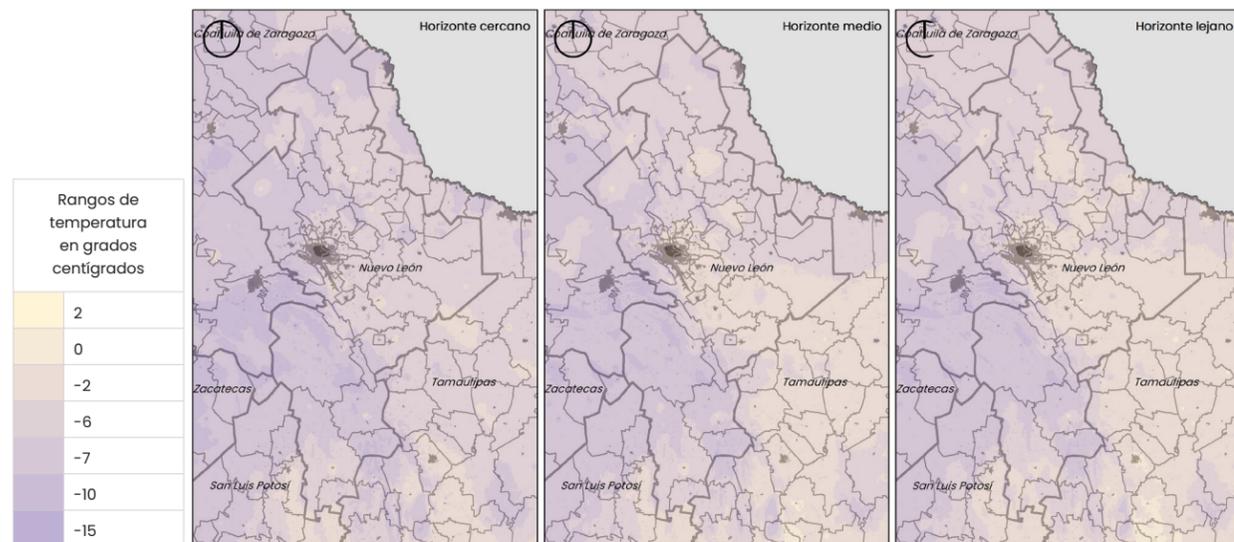
Fuente: Elaboración propia, ONU-Habitat a partir de AR6-IPCC, 2021, información del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales UNIAMTOS (UNAM, 2022).



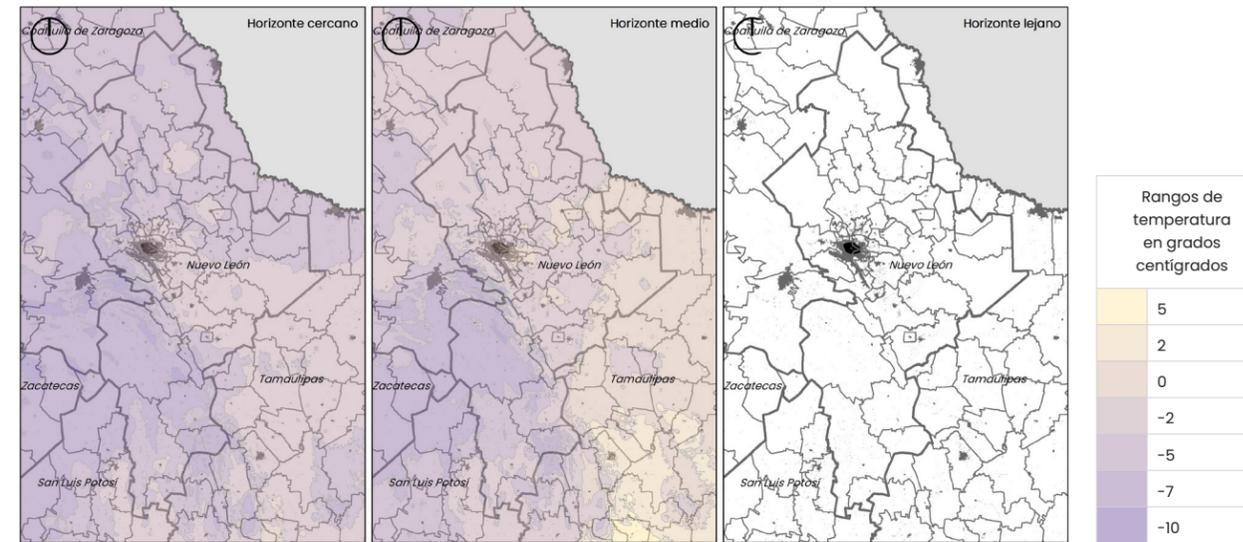
v. Temperaturas extremas

a) Mínima extrema

Escenarios RCP 4.5 de temperatura mínima extrema para los 3 horizontes



Escenarios RCP 8.5 de temperatura mínima extrema para los 3 horizontes



Las temperaturas frías extremas se comportan de manera parecida a las temperaturas mínimas, pues tienden a volverse más cálidas en ambos escenarios y en cada horizonte temporal (mapas 29 y 30, Figura 23), el cual refleja el proceso de calentamiento al que se estima entre el municipio a partir del horizonte medio, coincidente con la pérdida de humedad reflejada en la lluvia media anual. No obstante, las temperaturas están cerca o por debajo de los 0 °C, lo que refleja el carácter extremo de la variabilidad térmica en SNG.

Mapa 29. Escenarios RCP 4.5 de temperatura mínima extrema para los tres horizontes

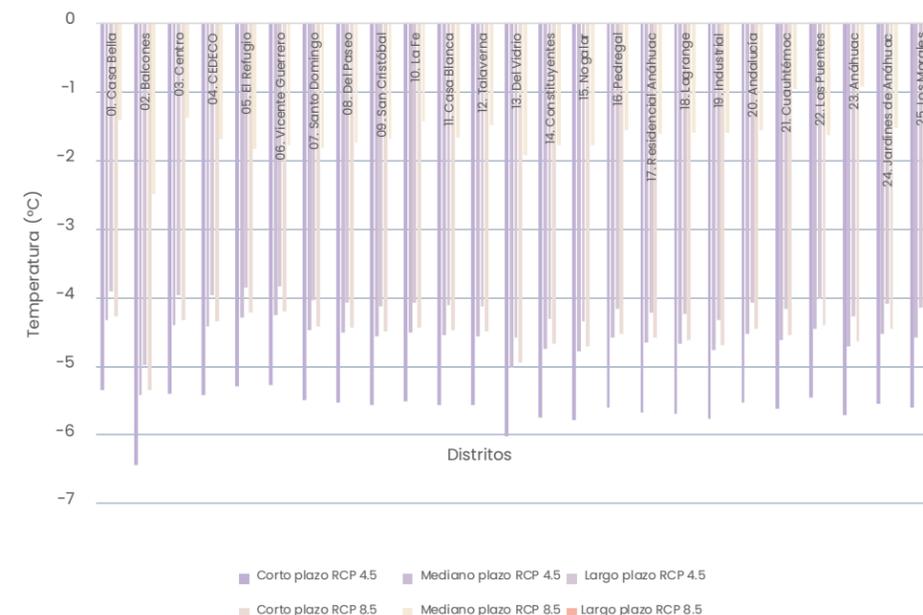
Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

Mapa 30. Escenarios RCP 8.5 de temperatura mínima extrema para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

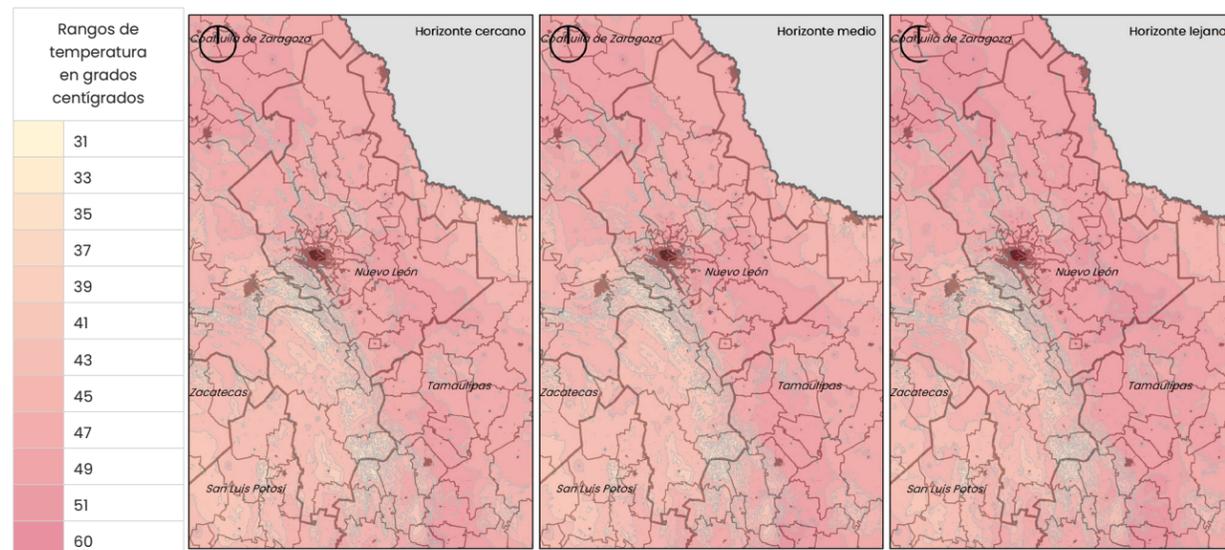
Figura 23. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura mínima extrema en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos de AR6-IPCC (2021), del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales UNIAMTOS (UNAM, 2022).

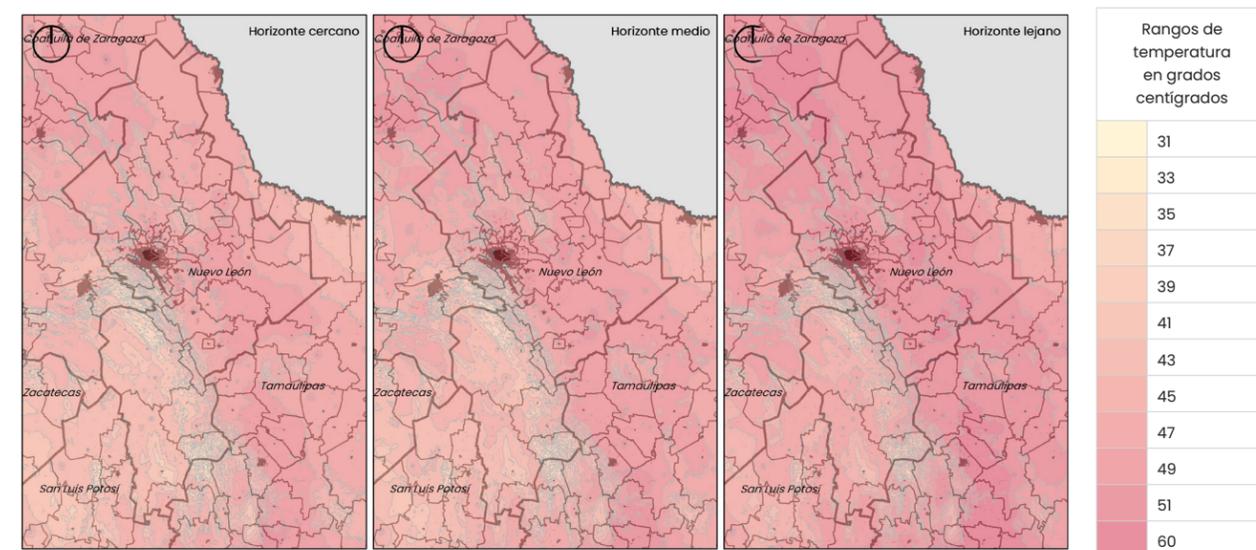


B) Máxima extrema

Escenarios RCP 4.5 de temperatura máxima extrema para los 3 horizontes



Escenarios RCP 8.5 de temperatura máxima extrema para los 3 horizontes



Las temperaturas cálidas extremas oscilan entre los 45 °C y hasta los 48 °C para los escenarios RCP 4.5, y entre 46 °C y hasta 50 °C para los escenarios RCP 8.5, es decir, las temperaturas cálidas extremas proyectadas se mantienen por encima de los 45 °C al mediano y largo plazo (mapas 31 y 32, Figura 24), lo que es preocupante, sobre todo si se considera el contexto físico urbano antropizado de SNG, y que carece de servicios ecosistémicos activos que coadyuven en la regulación de eventos climáticos extremos.

Mapa 31. Escenarios RCP 4.5 de temperatura máxima extrema para los tres horizontes

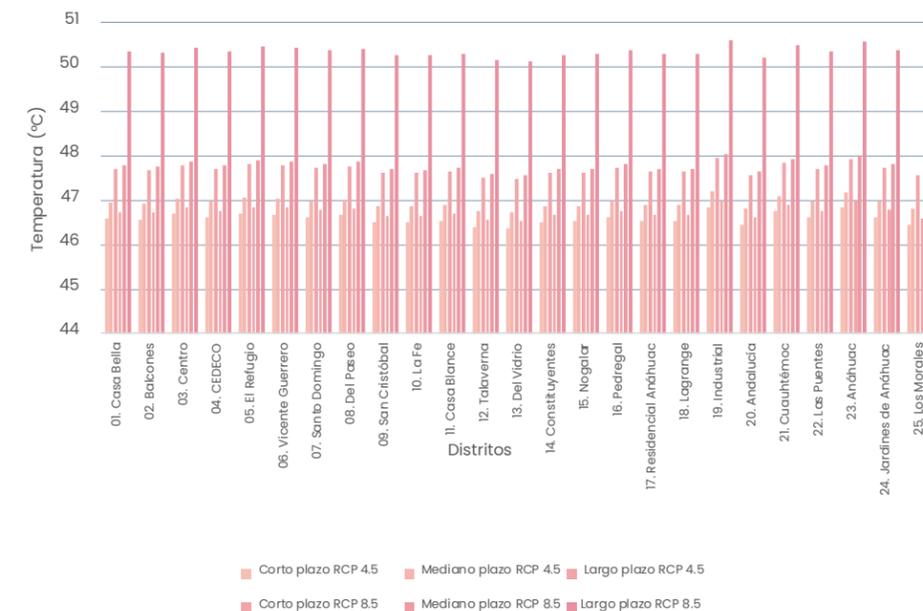
Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

Mapa 32. Escenarios RCP 8.5 de temperatura máxima extrema para los tres horizontes

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNIAMTOS (UNAM, 2022).

Figura 24. Escenarios RCP 4.5 y 8.5 para horizonte a futuro cercano, medio y lejano de la temperatura máxima extrema en los distritos del municipio de San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos de AR6-IPCC (2021), del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales UNIAMTOS (UNAM, 2022).



vi. Síntesis de los escenarios de cambio climático

Las proyecciones de precipitación acumulada promedio anual en el municipio muestran variaciones en los volúmenes de lluvia, que fluctúan desde un máximo de 21.5 mm y hasta un déficit de -162.15 mm en el escenario más adverso a largo plazo, lo que representa volúmenes entre 435.5 mm y 619.2 mm.

- En el escenario SSP2-RCP 4.5, con respecto al valor de precipitación acumulada promedio actual, se muestra un aumento al corto plazo de 8.25 mm, lo que representa el 1.38%, a mediano plazo sería del 3.61% y a largo plazo se observa una reducción del -6.91%.
- En el escenario SSP5-RCP 8.5 se ve una reducción a corto plazo de 45.44 mm, lo que significa un -7.6%, a mediano plazo del -12.01% y a largo plazo del -27.13% por debajo del valor de precipitación acumulada media actual, lo que a futuro podría implicar problemas de déficit hídrico o sequías.
- Para la temperatura media anual, las proyecciones muestran en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual, ya que durante el periodo de 1951-2010 fue de 21.09 °C.
- En el escenario SSP2-RCP 4.5 se estima que la temperatura media anual aumentaría a corto plazo 2.16 °C, esto es, alrededor del 10.24%, a mediano plazo un 12.75% y a largo plazo un 15.98%.
- En el escenario SSP5-RCP 8.5 se estima un aumento a corto plazo de la temperatura media anual de 2.5 °C, es decir, alrededor del 11.85%, a mediano plazo del 16.12% y a largo plazo del 26.88%; la temperatura media podría incrementar 5.67 °C al alcanzar los 26.76 °C.
- Para la temperatura mínima anual, las proyecciones muestran en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual que puede observarse en las tablas de los escenarios a corto, mediano y largo plazo del municipio, lo que da cuenta de un proceso evidente de calentamiento en el territorio municipal. La temperatura mínima anual podría alcanzar rangos entre 16.71 °C y 20.11 °C.
- En el escenario SSP2-RCP 4.5 se estima que la temperatura mínima a corto plazo aumentaría 0.7 °C, lo que representa un aumento del 20.22%, a mediano plazo del 24.32% y a largo plazo del 28.71%, con respecto al valor de temperatura mínima anual actual.
- En el escenario SSP5-RCP 8.5 se prevé un aumento a corto plazo de la temperatura mínima de 1.77 °C, lo que representa un aumento del 22.37%, a mediano plazo del 28.78% y a largo plazo del 44.68%.

176

- Para la temperatura máxima anual, las proyecciones revelan en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual en los distintos horizontes a futuro.
- En el escenario SSP2-RCP 4.5 se estima que la temperatura máxima a corto plazo aumente un 1.5 °C, es decir, alrededor del 5.3%, a mediano plazo un 7.1% y a largo plazo un 9.7%, con respecto al valor de temperatura máxima anual actual.
- En el escenario SSP5-RCP 8.5 se calcula un aumento de la temperatura máxima de 1.89 °C a corto plazo, lo que significa un aumento del 6.7%, a mediano plazo del 9.8% y a largo plazo del 18.1%, con respecto al valor de temperatura máxima anual actual.

Las temperaturas extremas máximas y mínimas presentan un aumento en todos los escenarios de cambio climático. La temperatura máxima extrema actual durante el periodo de 1951-2010 fue de 46 °C en SNG; de acuerdo con los escenarios, podría llegar a aumentar 4.35 °C, ya que presentaría una temperatura de hasta 50.35 °C en el escenario SSP5-RCP 8.5 a largo plazo.

La temperatura mínima extrema para el periodo de 1951-2010 fue de -6.3 °C en el municipio y proyecta en el escenario SSP2-RCP 4.5 un aumento de 2.14 °C al horizonte futuro a largo plazo hasta alcanzar los -4.16 °C. Para el escenario SSP5-RCP 8.5, se espera un aumento de la temperatura de 4.68 °C, con la proyección de -1.62 °C, lo que implica un calentamiento en el futuro, ya que las menores temperaturas se proyectan menos frías.

A continuación, se identifican las temperaturas y precipitaciones promedio por escenarios climáticos SSP2-RCP 4.5 y SSP5-RCP 8.5 a corto, mediano y largo plazo para el municipio, así como sus respectivas variaciones (Figura 25 y 26).

177

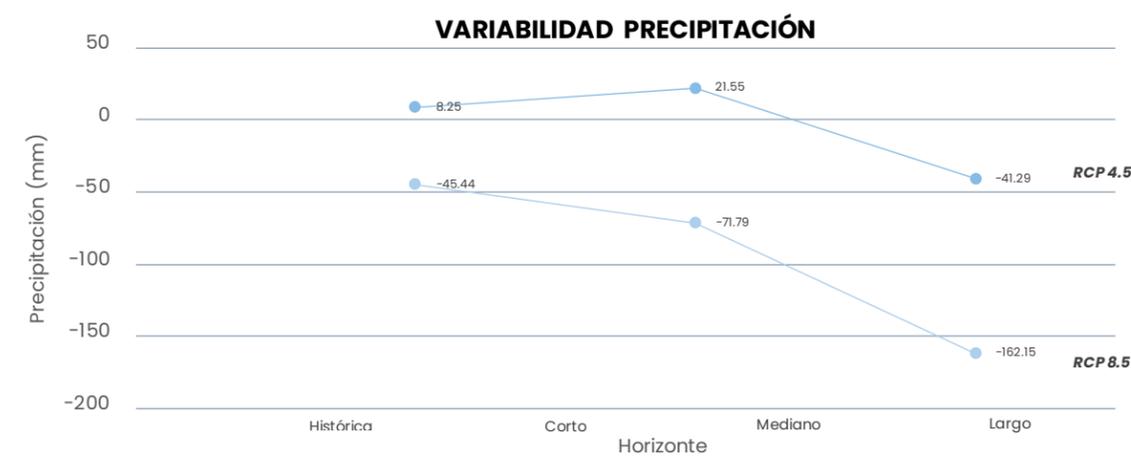
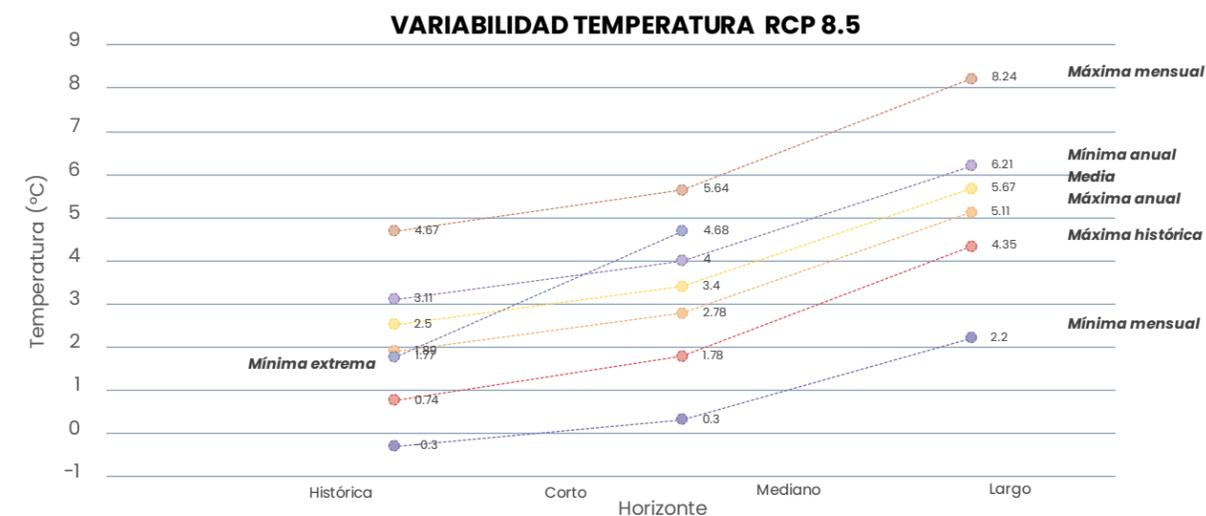
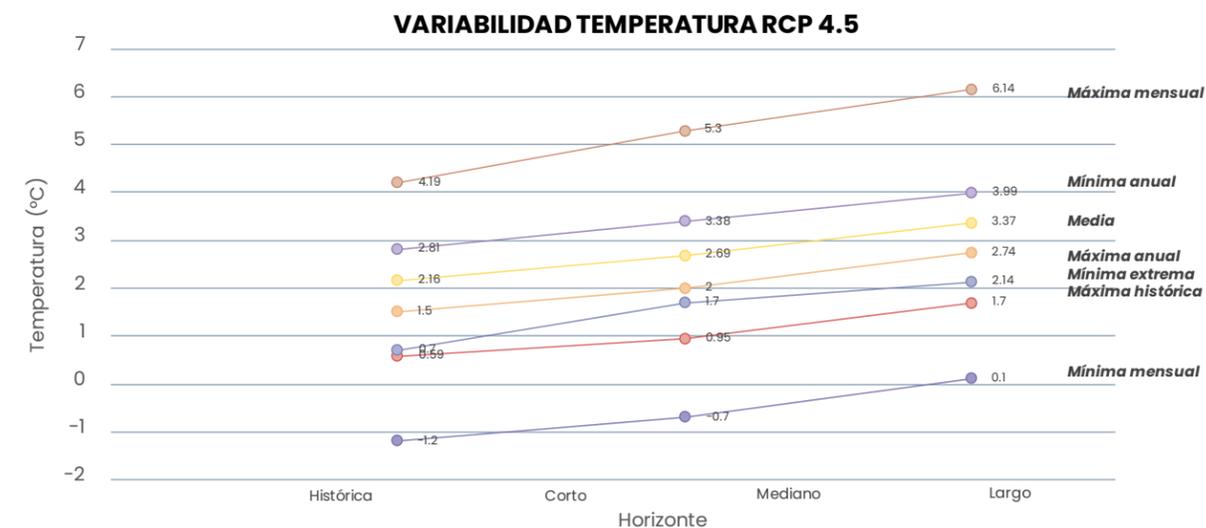
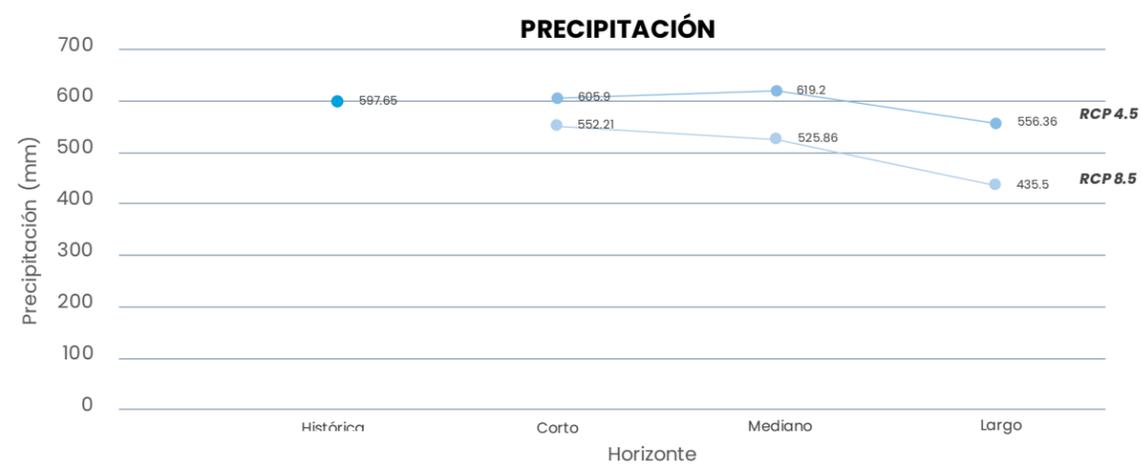
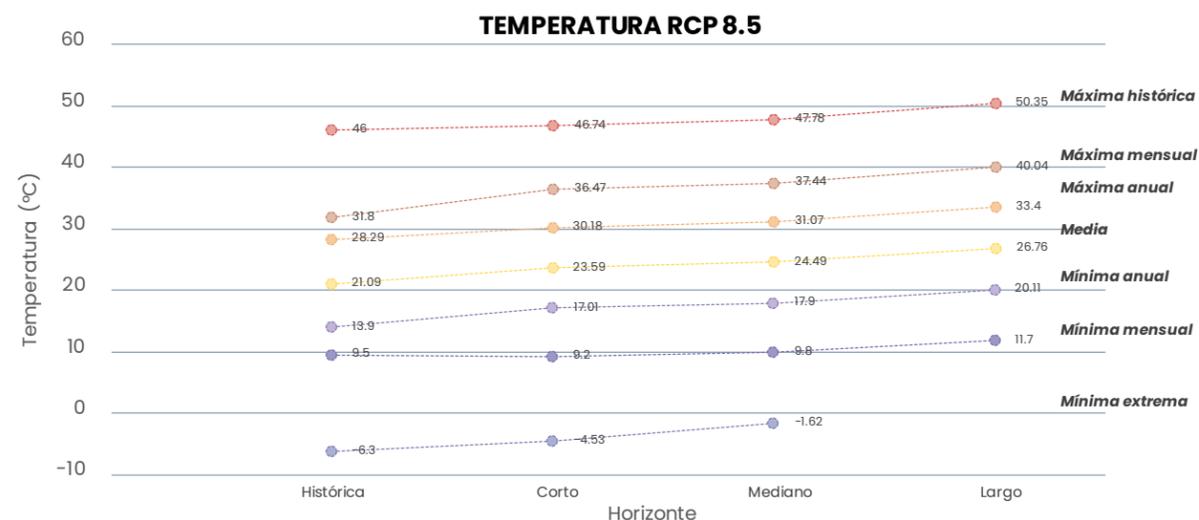
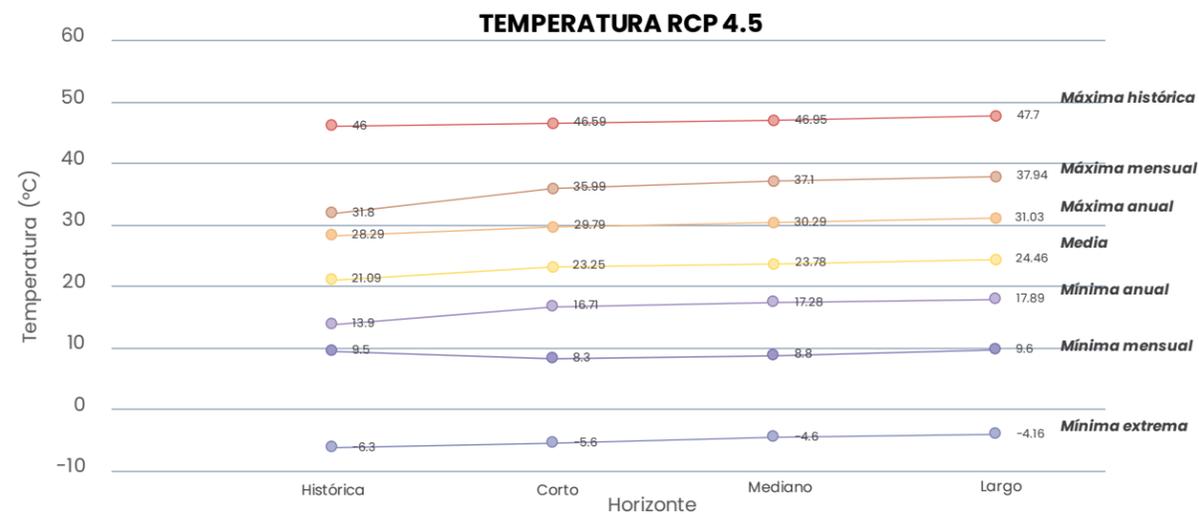


Figura 25. Resumen de temperaturas y precipitaciones promedio por escenarios climáticos para SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de AR6-IPCC (2021), del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM y de la UNIATMOS (UNAM, 2022).

Figura 26. Resumen de variación de temperaturas y precipitaciones promedio por escenarios climáticos para SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de AR6-IPCC (2021), del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM y de la UNIATMOS (UNAM, 2022).

Conforme a la información antes expuesta, que resume las temperaturas y precipitaciones promedio por escenarios climáticos en el municipio de San Nicolás de los Garza, se puede apreciar que el territorio presenta una alta variabilidad térmica, en donde la temperatura máxima extrema podría llegar a más de 50 °C en el escenario más adverso a largo plazo. Bajo condiciones de cambio climático se proyecta un proceso paulatino de desertificación derivado de la pérdida de humedad y asociado a la disminución de las lluvias. Estas situaciones podrían modificar los ecosistemas actuales y afectar a la población y a las actividades económicas, sobre todo por los efectos en la disponibilidad y la calidad del agua. Ante tales escenarios, es relevante que el municipio contemple medidas de protección, preservación y restauración de los servicios ambientales en su territorio.



3.2. Análisis de emisiones a la atmósfera

Los cambios del clima ocurridos en el mundo y sus efectos adversos sobre las comunidades humanas demuestran el alto impacto que las emisiones antropogénicas tienen en la concentración de partículas dañinas para la salud, así como de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera (ONU, 1992).

Por ello, y debido a diversos tratados y convenciones internacionales adoptados por México en materia de cambio climático, se han implementado Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019) (DOF, 2019), los cuales permiten identificar los principales contaminantes atmosféricos, sus niveles de concentración en el aire de determinada región y el tipo de fuente que los emite.

Para el diseño y la implementación de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG), la revisión y el análisis de la información que proporcionan dichos instrumentos y sistemas de gestión, permitirán diagnosticar las áreas de riesgo y oportunidad dentro del municipio, con el fin de determinar acciones para su mitigación. Por ello, en este apartado se analizan dos grandes componentes de relevancia para la EMAC-SNG: la calidad del aire y la caracterización de las emisiones a la atmósfera.

En el caso de la calidad del aire, se refiere información respecto al Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM), y se enlistan los tipos de partículas y contaminantes que estuvieron en el aire durante el periodo 2017-2021, sus niveles de concentración y si estos permanecieron o no bajo los límites establecidos por la normatividad aplicable. Para ello, se desagregó la información a nivel de la AUM, para posteriormente enunciarla a nivel municipal (Anexo 7.3).

En cuanto a la descripción de las emisiones atmosféricas, se llevó a cabo un proceso de identificación de las diversas fuentes responsables de dichas emisiones. Luego, se determinó el tipo de contaminante y se calculó el porcentaje de contribución de cada fuente en particular. Después, se proporcionó información acerca de los sectores principales que generan cada tipo de partícula y se detalló la cantidad emitida. Esta información se presenta de manera desglosada a nivel estatal en términos generales, considerando el nivel metropolitano de la AUM y el municipio de SNG.

3.2.1 Calidad del aire

En México, alrededor de 32 000 personas mueren al año a causa de complicaciones ocasionadas por la presencia de partículas contaminantes en el aire (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2017), mientras que a nivel mundial esas cifras se multiplican en casi 140 veces, lo cual muestra el gran riesgo que la contaminación del aire representa para la salud pública del mundo (OMS, 2021).



Sin embargo, los daños directos a la salud provocados por estas partículas no son las únicas consecuencias de su alta concentración en el aire. Estas también tienen gran impacto en el cambio climático porque contribuyen al desequilibrio de la concentración de gases de efecto invernadero y provocan el aumento de la temperatura del planeta.

En este contexto, el monitoreo de la calidad del aire de una región reviste un especial valor estratégico para la implementación de medidas de control, mitigación y adaptación a los efectos nocivos ocasionados por la mala calidad del aire y la alta presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

i. Sistemas de monitoreo de la calidad del aire

Los sistemas de monitoreo son una herramienta para desarrollar estrategias de prevención y control, así como planes de manejo de la calidad del aire y políticas ambientales integrales. En México, los sistemas se encuentran regulados para la identificación de información que permita evaluar la calidad del aire de cada región y sus tendencias, en aquellas poblaciones con alto grado de industrialización, zonas de posible riesgo ambiental y zonas degradadas por el hombre clasificadas como críticas (SEMARNAT, 2012).

La regularización de estos sistemas se hace a través de diversas Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales establecen los métodos de medición de partículas contaminantes en la atmósfera, los valores límites permisibles de concentración en periodos dados y los métodos de difusión de dicha información entre la ciudadanía. La Secretaría de Salud (SS) es la emisora de las normas relativas a los niveles máximos óptimos por contaminante y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la encargada de normar los sistemas de monitoreo. Actualmente, existen siete NOM enfocadas en la calidad del aire (Tabla 6).

Tabla 6. Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire

Fuente: Elaboración propia con datos de la Cámara de Diputados, 1993-2021.

Norma	Objeto Regulado
NOM-156-SEMARNAT-2012	Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire
NOM-020-SSAI-2014	Valor límite permisible para la concentración de ozono (O ₃)
NOM-021-SSAI-1993	Valor límite permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO)
NOM-022-SSAI-2010	Valor límite permisible para la concentración de dióxido de azufre (SO ₂)
NOM-023-SSAI-1993	Valor límite permisible para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂)
NOM-025-SSAI-2021	Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5}
NOM-026-SSAI-1993	Valor límite permisible para la concentración de plomo (Pb)

Por medio de estas regulaciones y de acuerdo con las particularidades de una región, se implementan los sistemas de monitoreo a nivel estatal, metropolitano o municipal. El objetivo de estos sistemas es detectar las zonas con mayores niveles de contaminantes y registrar los días en los que cada contaminante excedió los límites establecidos por la normativa.

El estado de Nuevo León cuenta con el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA), creado el 20 de noviembre de 1992 con la finalidad de contar con información permanente y fidedigna de los niveles de contaminación ambiental en el estado y la AUM, que por sus características económicas y urbanas presenta la mayor cantidad de emisiones del estado. El SIMA registra y reporta diariamente los niveles de concentración de los contaminantes criterio normados, y los clasifica conforme su toxicidad para la salud humana. Asimismo, recopila los valores reportados por mes y año, y se integra a la información de los inventarios de emisiones, al contar con el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de las fuentes fijas de competencia estatal.

A) *Metropolitano*

El origen de la actual problemática de la contaminación en la cuenca atmosférica de la AUM data de la década de los cuarenta, cuando se dio el auge y la expansión económica de Nuevo León como la capital industrial del Norte de México. Esto favoreció la concentración de plantas industriales en Monterrey y las áreas conurbadas, que gradualmente incrementaron de manera exponencial las partículas y los gases contaminantes en el aire.

La influencia de sistemas anticiclónicos procedentes del golfo de México —que provocan una gran estabilidad atmosférica y que inhiben el mezclado vertical del aire— contribuyó a agravar el problema de la mala calidad de aire en la AUM, debido a la poca dispersión de los contaminantes durante las horas de la mañana y una dispersión en dirección Norte-Oeste durante la presencia de brisas vespertinas.

De acuerdo con información del SIMA, para el año 2018, el contaminante que con mayor frecuencia determinó una condición de mala calidad del aire en la AUM fueron las partículas suspendidas PM_{10} , las cuales superaron los límites normados durante casi 194 días del año, seguidas por el ozono (O_3) y las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, que en conjunto superaron los límites normados en casi 37 días del año. Otros contaminantes como el monóxido de di (CO), el bióxido de nitrógeno (NO_2) y el bióxido de azufre (SO_2) no presentaron valores que superaran los límites establecidos en las normas (Gov. de SNG & FAMM, 2021).

B) *Municipal*

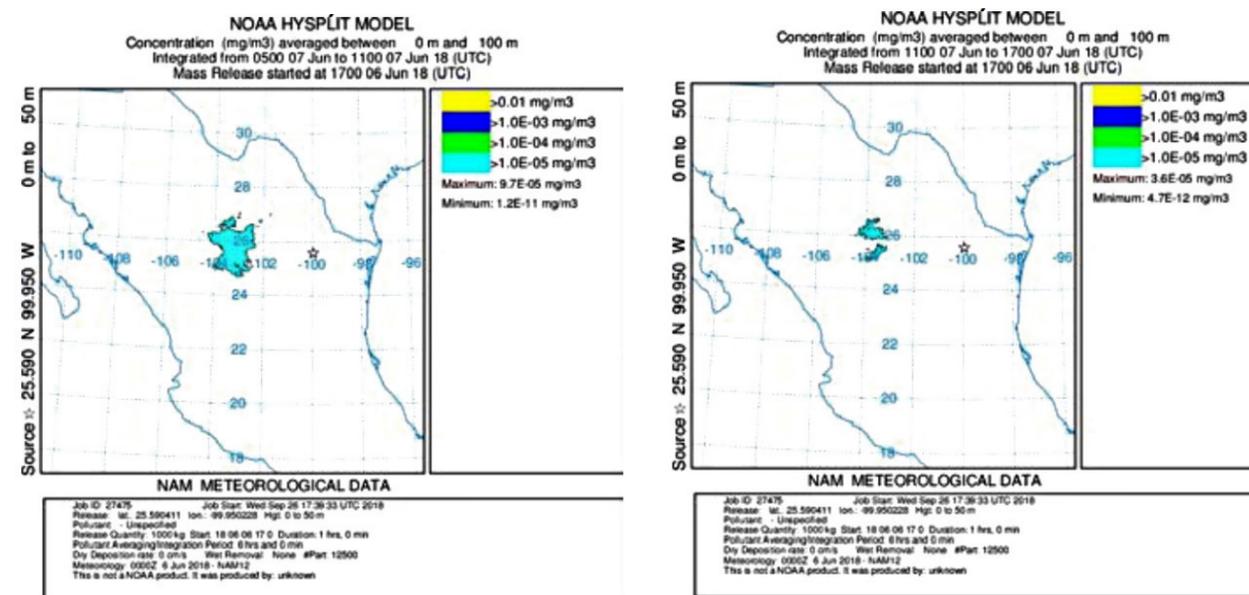
San Nicolás de Los Garza, derivado de su incorporación a la Aglomeración Urbana de Monterrey, después de 1950 comenzó a albergar importantes áreas industriales, comerciales y habitacionales en las que se observó una constante evolución y transformación física (ONU-Habitat, 2016). Hoy en día, es un municipio totalmente urbano y de acentuada vocación industrial, que alberga cerca de 1000 establecimientos industriales de diversos giros, destacando las industrias metalúrgica, metalmeccánica, química, de alimentos y de papel, las cuales durante muchos años no estuvieron sujetas a mecanismos de regulación de sus emisiones y de su localización urbana.

La ahora consolidada actividad industrial, combinada con la creciente demanda de transporte, un consumo elevado de combustible y diversos factores ambientales como la topografía, el clima cálido-seco y la baja densidad vegetal, han contribuido a la concentración de partículas suspendidas en el aire, lo que conlleva un gran riesgo para la salud de las personas.

Respecto a la dispersión en la atmósfera de todas las partículas de contaminantes criterio se observa que, a partir de los estudios de liberación simulada de las industrias localizadas en el municipio de San Nicolás de los Garza (CMM, 2019), se encontró que estas presentan un patrón similar al de otras fuentes fijas dentro del estado. La pluma simulada a las 12:00 horas se desplaza dirección Este de la AUM con concentraciones que van alrededor de los 0.1 mg/m^3 , para posteriormente diluirse en la misma dirección a 0.01 mg/m^3 . Estos resultados muestran que el comportamiento de la dirección de los vientos es un factor que determina la permanencia de las concentraciones altas de contaminantes dentro del municipio durante la primera mitad del día, puesto que todas aquellas emisiones originadas en el Norte de la AUM, aun cuando no sean emitidas dentro de San Nicolás, terminarán dispersándose sobre la delimitación municipal debido a su ubicación céntrica en la mancha urbana, como se puede ver en el Mapa 33.

184

185



Mapa 33. Simulación de pluma de dispersión industrial desde lote industrial continuo a Estación de Monitoreo Norte 2 en SNG

Fuente: Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM, 2018).

Para la medición de la concentración de contaminantes durante el año, el municipio de San Nicolás de los Garza cuenta con dos estaciones de monitoreo identificadas como estación Noreste (NE) y estación Norte 2 (NTE2), las cuales se encuentran ubicadas respectivamente en la colonia Unidad Laboral, en las coordenadas geográficas 25° 44' 42.11" N, 100° 15' 11.34" O a una altitud de 500 msnm, y dentro de la Unidad de Posgrado de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en las coordenadas geográficas 25° 43' 46.27" N, 100° 18' 35.63" O.

Ambas estaciones inmersas dentro de la mancha urbana se caracterizan por estar en zonas altamente pobladas y por colindar con zonas industriales, y en el caso de la estación Norte 2, por su cercanía al Centro de Internalización y a diversas vías rápidas de comunicación de más de cuatro carriles. En las estaciones se monitorean los parámetros de concentración de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, y a lo largo de los últimos cinco años han medido de forma no constante otras partículas contaminantes como ozono (O₃), monóxido de carbono (CO) y bióxido de nitrógeno (NO₂).

Comparativamente con los valores reportados para ambas estaciones, en el municipio, la concentración de PM₁₀ es adecuada únicamente 85 de 365 días del año. En el 2021, en la estación Norte 2 (NTE2) se registró un promedio diario de concentraciones de 59.5 mg/m³, y hasta un total de 132 días de valores superiores a los límites establecidos en la norma (NOM-025-SSA1-2021), lo que supera en 2.31 veces los días similares registrados durante el 2017. Mientras que para la estación Noreste se registró un promedio diario de 55.88 mg/m³, y se observó que entre el 2017 y el 2021 disminuyeron los días sobre la norma, a razón de nueve días entre la cantidad de días registrados en 2021 y en 2017 (ver Anexo 7.3).

Al compararse estos datos con la ubicación de las áreas industriales, de las vías rápidas de comunicación y de la infraestructura de transporte, se formula una posible relación entre el incremento de días fuera de norma para PM₁₀ y la alta concentración de fuentes fijas de las zonas industriales en torno a las estaciones, así como la influencia por la cercanía a vialidades con mayor concentración de fuentes móviles.

En el caso de las partículas PM_{2.5} en el 2021 se registraron ocho días fuera de la norma en la estación Norte 2 y nueve días en la estación Noreste. Al mismo tiempo, para los parámetros de O₃ se registraron nueve días sobre la norma en la estación Norte 2 y diez en la estación Noreste.

Durante los últimos cinco años, las tendencias de días sobre la norma para partículas PM₁₀ y PM_{2.5} dentro del municipio se han comportado de forma disímil entre ambas estaciones de monitoreo. Mientras que para la estación Noreste se ha observado una disminución de días sobre la norma para ambos parámetros, en la estación Norte 2, por el contrario, se ha apreciado un incremento exponencial de los días en que las partículas PM₁₀ se encuentran sobre la norma, y un comportamiento constante de los días sobre la norma para las partículas PM_{2.5} (Figura 27).

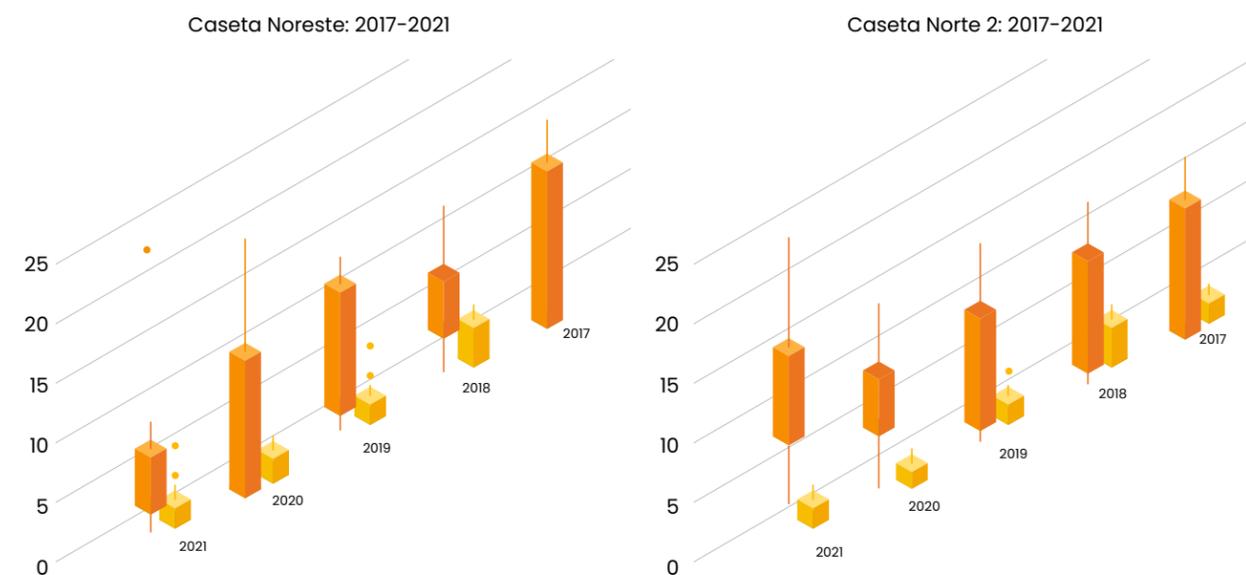


Figura 27. Tendencia de días sobre valores límites de partículas PM

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental de Nuevo León, 2017-2021.

En cuanto a mediciones de NO₂ y CO, el municipio de San Nicolás de los Garza no tiene registros que alerten sobre la alta concentración de estos contaminantes, ya que durante los últimos cinco años no se han presentado días cuyos valores superen los límites establecidos por la norma (Figura 28). Esto no implica la ausencia de bióxido de nitrógeno o monóxido de carbono en la atmósfera, sino la existencia de factores específicos que favorecen su baja concentración en ella. Entre algunos de estos factores podrían estar el mejor control de las combustiones de fuentes móviles, el control de fuentes fijas sobre combustiones de sustancias orgánicas que evitan las combustiones incompletas, la posible mejor dispersión de esos contaminantes debido a la topografía y la baja frecuencia de congestiones de tránsito vehicular en cercanías a las estaciones de monitoreo (ONU-Habitat, 2021).

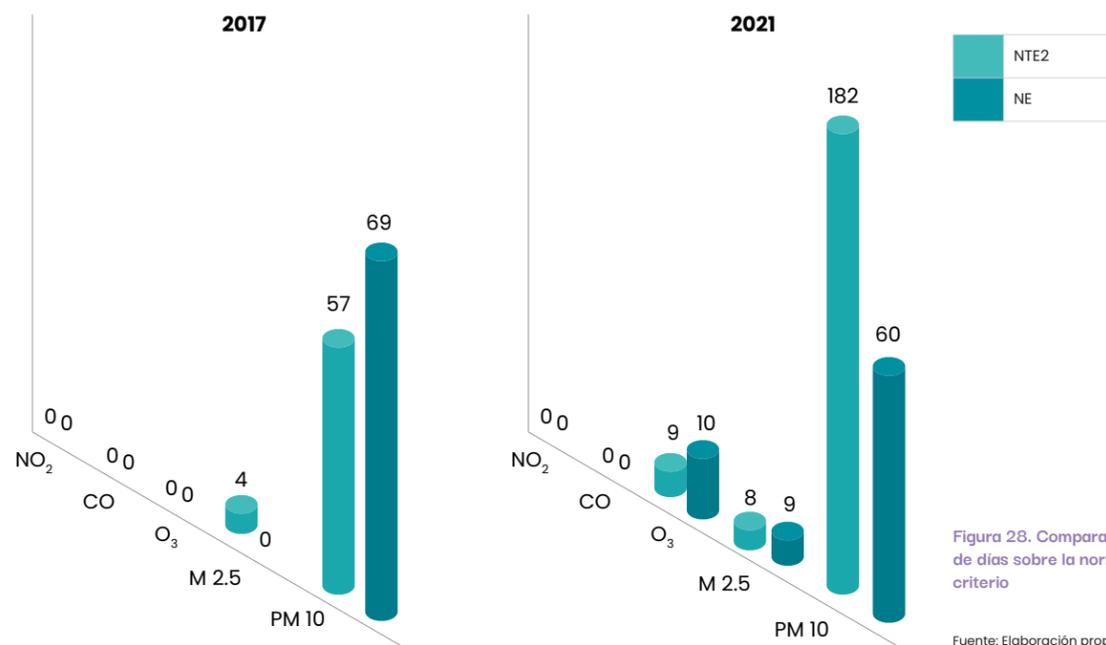


Figura 28. Comparativa municipal de días sobre la norma de partículas criterio

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental de Nuevo León, 2017-2021.

Respecto a las vías identificadas con congestión vehicular dentro del municipio, las cuales podrían repercutir en la calidad del aire, se observa que son principalmente vías intermetropolitanas que atraviesan y comunican al municipio con el resto de la aglomeración urbana, y vialidades primarias que comunican zonas con alta densidad poblacional (ONU-Habitat, 2021). Sin embargo, dado el limitado número de puntos de muestreo de la calidad del aire, no se puede realizar una superposición que permita detallar la relación de los valores de calidad del aire con las zonas de congestión vehicular.

Pese a lo anterior, debido a que en la zona Este del municipio, en la estación de monitoreo Noreste, se registró un mayor número de días en los que el nivel de PM_{2.5} y PM₁₀ están dentro de los límites recomendados sin días sobre la norma para monóxido de carbono, se puede deducir una baja influencia de las fuentes móviles en la calidad del aire. Esto se infiere debido a que estas partículas provienen más comúnmente de las fuentes móviles, por lo que registros con valores más altos podrían sugerir las zonas con mayor congestión y circulación vehicular (ONU-Habitat, 2021); no obstante, para comprobar la relación entre estos dos factores, tendría que realizarse un monitoreo móvil de las principales vialidades del municipio.

Con la información obtenida del SIMA, se observa que dentro del municipio existe una tendencia hacia la mala calidad del aire por las altas concentraciones de PM₁₀, O₃ y PM_{2.5}. Sin embargo, la falta de mediciones y registros consistentes para todos los contaminantes criterio dificulta evaluar adecuadamente la cantidad de días con mala calidad del aire por contaminantes como el bióxido de azufre y el plomo.

Los informes que detallan los niveles de concentración de contaminantes, medidos por el SIMA en las escalas metropolitana y municipal, son de suma importancia para la salud pública. Al respecto, diversos estudios han evidenciado que los compuestos de carbono, los nitratos y los compuestos orgánicos y metálicos desempeñan un papel crucial en la generación de procesos inflamatorios del sistema respiratorio, ya que son altamente tóxicos y carcinogénicos. Asimismo, se ha identificado que las partículas PM₁₀ y PM_{2.5} son responsables del aumento en la mortalidad relacionada con complicaciones en los sistemas cardiorrespiratorios y del incremento en la incidencia de cáncer; además, se ha comprobado que muchas complicaciones como el EPOC, las neumonías, las enfermedades del corazón, los accidentes cerebrovasculares, la hipertensión arterial y las arritmias cardíacas están vinculadas a la exposición constante a la fracción fina, el ozono y los sulfatos (Secretaría de Salud, 2014).

Debido a que estos contaminantes también pueden ocasionar alteraciones en el sistema inmunológico y afectar el desarrollo cerebral, además de todos los padecimientos antes mencionados, se subraya la importancia de monitorear de cerca estos compuestos para disminuir sus efectos en la salud de las personas. En consecuencia, la incertidumbre sobre los valores de estas partículas destaca la necesidad de mejorar y ampliar el sistema de monitoreo para identificar patrones de concentración y distribución geográfica, así como identificar fuentes potenciales de emisiones no reguladas de polvo y otras partículas.

Para el municipio, la mejora del sistema de monitoreo de la calidad del aire representa la disminución de los riesgos a la salud de la población, especialmente para los grupos vulnerables, derivado de que la exposición prolongada a estos contaminantes puede provocar enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

Además, este monitoreo permitiría identificar oportunidades para la regulación de emisiones más estrictas, medidas para mejorar la calidad del aire y fortalecer los protocolos de salud pública, sobre todo durante periodos de sequía y en la temporada fría, cuando las concentraciones de partículas tienden a aumentar.

3.2.2. Caracterización de emisiones

Para la implementación de acciones de mitigación del cambio climático, es necesario identificar las características de las emisiones a la atmósfera en un territorio, para diseñar acciones congruentes con ellas. Esta información no solo permite dirigir políticas públicas para la mitigación de emisiones, sino también la asignación eficiente de los recursos económicos al identificar el tipo de fuente de la emisión, el giro o categoría de la fuente, el tipo de contaminante y la cantidad emitida por fuente. Todo esto, en conjunto, permitirá discriminar el tipo y las características de la acción de mitigación requerida (ProAire, 2016).

La caracterización de las emisiones se puede obtener de los registros de emisiones elaborados a partir de los Permisos de Operación de Fuentes Fijas o de los concentrados de Cédulas de Operación Anual de Fuentes Fijas. Asimismo, y más comúnmente, se pueden realizar con base en los inventarios locales, estatales y nacionales que contienen la estimación de las emisiones antropogénicas por las fuentes contaminantes y la estimación de absorción por los sumideros de contaminantes.

Los inventarios pueden contener información desagregada a nivel municipal, aunque habitualmente suelen concentrar información a nivel estatal o nacional, debido a que estos sirven de reporte ante las Conferencias de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), como seguimiento a los compromisos internacionales en materia de acción climática, establecidos en el Acuerdo de París.

Ya sea en los registros o en los inventarios, la información para la caracterización de las emisiones a la atmósfera generalmente se encuentra clasificada en tipos de fuentes, categoría, sector o tipo de contaminantes.

A continuación, se describen los inventarios y registros utilizados para el diagnóstico, y se presentan los datos reportados para las contribuciones por fuente. Posteriormente, se indican las contribuciones por categoría o sector en los niveles estatal, metropolitano y municipal.



i. Inventarios aplicables

Con el propósito de conocer las principales fuentes emisoras de gases contaminantes en el estado de Nuevo León, en coordinación con diferentes instancias gubernamentales y académicas, se han desarrollado diversos registros e inventarios que condensan las estimaciones de sus emisiones en diversos periodos desde hace 17 años (Tabla 7).



Tabla 7. Inventarios y registros sobre las emisiones a la atmósfera aplicables

Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno del Estado de Nuevo León, 2005-2019

A nivel del municipio no existen inventarios específicos que desagreguen información exclusiva de fuentes localizadas dentro de sus límites territoriales. Sin embargo, es posible observar información de relevancia dentro de los inventarios estatales y metropolitanos, de donde puede obtenerse información general que, aunque no desagrega la información por fuentes o subsectores, permite identificar las principales emisiones de competencia federal y estatal que se localizan en la demarcación municipal.

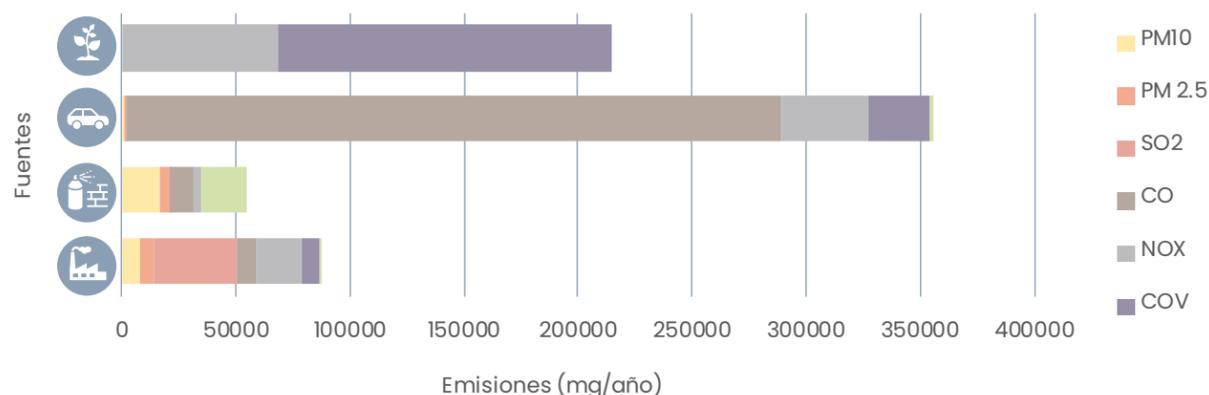
ii. Contribuciones por tipo de fuente

A) Estatal

Durante el año base de 2013, el estado de Nuevo León registró al monóxido de carbono como el contaminante con mayor concentración en la atmósfera, emitido principalmente por las fuentes móviles en un 94%. Los COV representaron el segundo grupo de compuestos de mayor presencia en la atmósfera, cuya principal fuente fue de origen natural (Tabla 8). Las fuentes fijas industriales, por su parte, fueron las responsables del 99% de bióxido de azufre (SO₂), del 63% de las partículas PM_{2.5} y del 42% de las partículas PM₁₀, respectivamente (ProAire, 2016).

Tabla 8. Contribución en mg/año de emisiones por fuente a nivel estatal. Año base 2013

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire, 2016).



Las altas concentraciones de óxidos nitrosos y monóxido de carbono dentro del estado señalan un punto rojo de atención para el control de las emisiones de fuentes móviles como el transporte, puesto que estos compuestos, además de ser dañinos para la salud, representan un gran riesgo climático por ser precursores de los GEI. De igual forma, la alta concentración de COV derivado de las fuentes naturales y la gran contribución a la concentración de partículas PM₁₀ por parte de las fuentes de área, indican la importancia de establecer una gestión integral sobre el uso de suelo del estado, para evitar la dispersión de estos compuestos y favorecer la creación de sumideros de otros tipos de contaminantes.

Es necesario distinguir entre la cantidad de emisiones generadas de manera directa por cada fuente en el inventario y su contribución a la concentración total de contaminantes en la atmósfera, ya que una fuente puede tener emisiones bajas de un contaminante específico, pero puede contribuir a la formación de una mayor cantidad de otros contaminantes en el aire. Por ejemplo, en el caso de las fuentes móviles, su contribución a la presencia de

partículas PM_{2.5} en la atmósfera es significativa debido no a su emisión directa, sino a que genera una proporción considerable de las emisiones de SO₂ y NO_x, que representan la gran mayoría de las partículas PM_{2.5} en la atmósfera.

En cuanto a las emisiones por municipios, dentro de los inventarios no se identificaron las principales fuentes en cada uno de ellos, sin embargo, sí se observó que los principales contribuyentes a nivel estatal son los municipios de Monterrey, Apodaca, Cadereyta, Guadalupe y Santa Catarina.

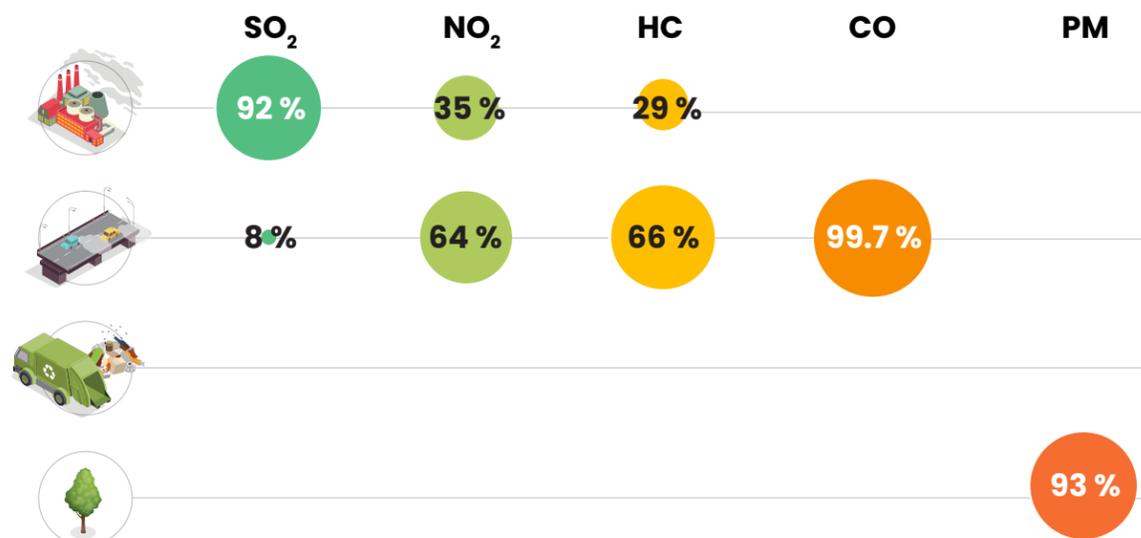
B) Metropolitano

En el Inventario de Emisiones GEI para el estado de Nuevo León (IEGEI-NL), integrado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) con información base al 2005, para la AUM se caracterizaron las emisiones en tres tipos de fuentes: fijas de jurisdicción federal, fuentes móviles y fuentes naturales, y se reportaron un total de 1 932 622 t/año emisiones de CO₂e, de las cuales el 7% correspondieron a fuentes fijas, el 53% a las fuentes móviles y el 40% a las fuentes naturales, cuya contribución se debió principalmente a los cambios de uso de suelo.

De forma desagregada, las fuentes con mayor contribución de bióxido de azufre fueron las fuentes fijas, mientras que las fuentes móviles fueron las principales emisoras de la concentración de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos no quemados (HC) (Tabla 9).

Tabla 9. Contribución porcentual de emisiones por fuente a nivel metropolitano. Año base 2005.

Fuente: Elaboración propia con datos del Inventario de Emisiones GEI para el Estado de Nuevo León (ProAire, 2016).



En el mismo inventario, la contribución a la emisión de partículas PM, por parte de la industria y los servicios, fue ligeramente superior al 5% del total, aunque debido al grado de toxicidad de las partículas provenientes de este sector es mucho más elevado que el de las mismas partículas provenientes de fuentes naturales.

Los municipios que integran la AUM contribuyeron en forma significativa a las emisiones totales estatales, al ser responsables del 70% de las emisiones de CO₂, COV y NO_x y del 50% o más de las emisiones de material particulado del total estatal. El porcentaje de contribución del AUM a las emisiones totales refleja la importancia económica, industrial y ecológica de la gran urbe en el contexto estatal.

De acuerdo con el inventario basado en datos del año 2013, se puede observar que la AUM fue la principal responsable de las emisiones estatales de todos los contaminantes criterio. Es importante destacar que en el caso del SO₂, la AUM contribuyó con el 80% de las emisiones estatales, mientras que, en el caso del CO, su contribución fue del 41%. En cuanto a los tres municipios que realizaron la mayor contribución, se identificó que Cadereyta, Monterrey y Santa Catarina fueron los principales responsables (ProAire, 2016).

Las fuentes de contribución a las emisiones contaminantes atmosféricas más significativas en el AUM corresponden a cuatro tipos de fuentes: fijas, de área, móviles y naturales, de las cuales se estima su contribución a los gases atmosféricos de la siguiente forma (Tabla 10).

SO₂ PM_{2.5} PM₁₀ NO_x CO COV NH₂

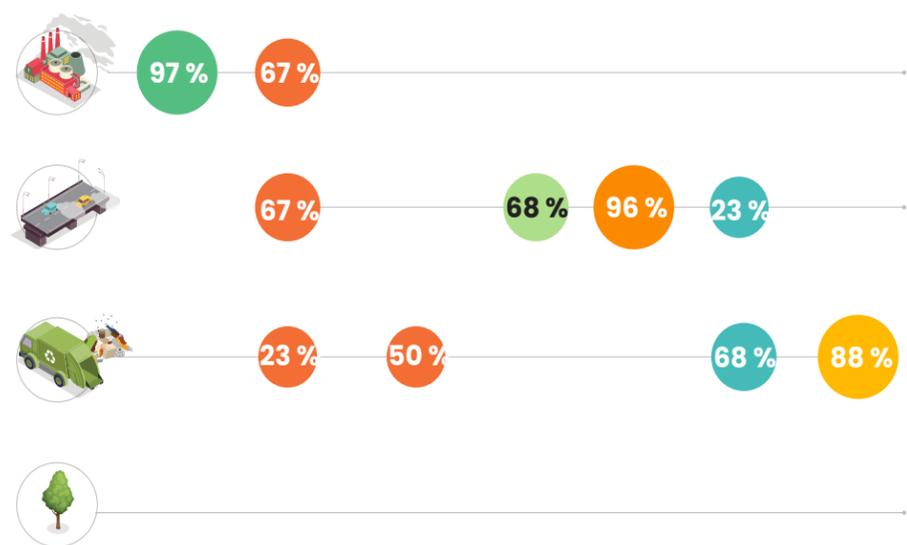


Tabla 10. Contribución porcentual de emisiones por fuente a nivel metropolitano. Año base 2013

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire, 2016).

En este mismo inventario, se registraron las cantidades aportadas para siete de los contaminantes criterio como se observa en la Tabla 11.

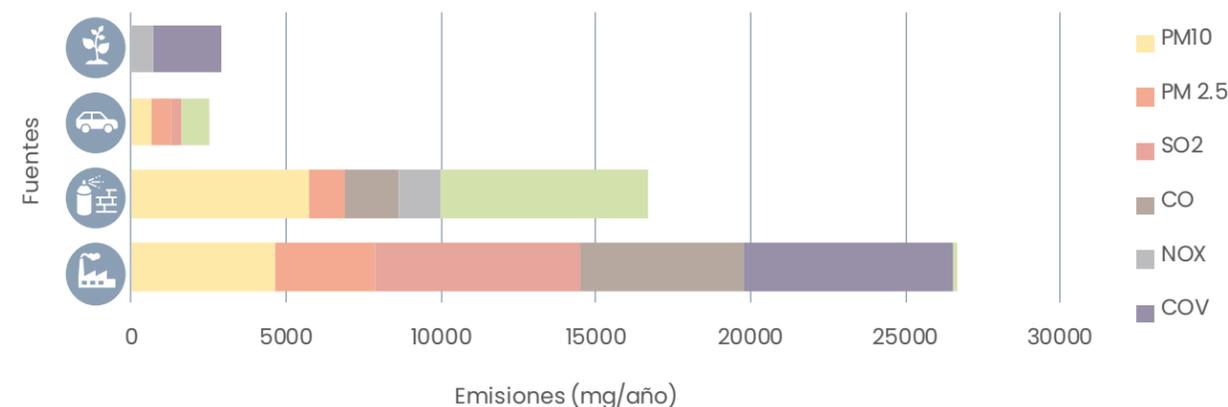


Tabla 11. Contribución mg/año de emisiones por fuente a nivel metropolitano. Año base 2013

Fuente: Elaboración propia con datos del Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM, 2019).

Para el Inventario de Emisiones Atmosféricas del Área Metropolitana de Monterrey (IEAAMM) con información base al 2018, los tipos de fuentes clasificadas correspondieron a las fuentes fijas (jurisdicción estatal y federal), fuentes de área, fuentes naturales y fuentes móviles (carreteras y no carreteras) (Clear Air Institute, 2020) (Tabla 12).

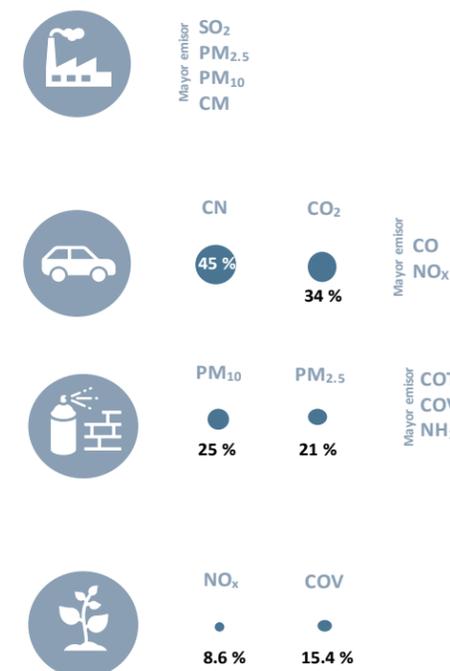


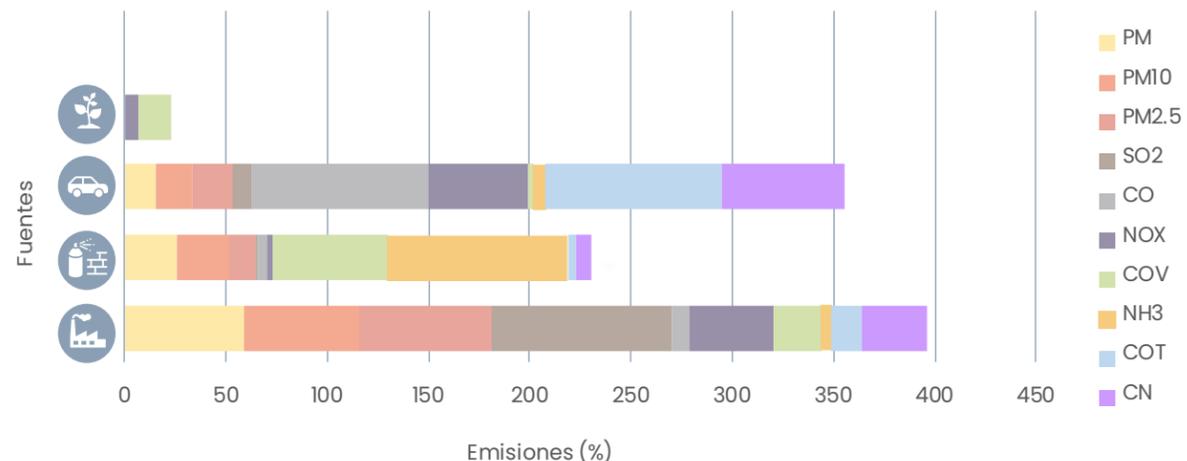
Tabla 12. Contribución porcentual de emisiones por fuente a nivel metropolitano. Año base 2018

Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno Estatal de Nuevo León, Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey y Clean Air

Específicamente, con estos datos del año base 2018, se observa la distinción de 10 contaminantes criterio, emitidos en los 18 municipios de la AUM (Gov. de SNG & FAMM, 2021), a los cuales los cuatro tipos de fuentes contribuyeron de la siguiente forma (Tabla 13).

Tabla 13. Contribución de emisiones por fuente y compuesto a nivel metropolitano. Año base 2018

Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno del Estado de Nuevo León y Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey, 2022.



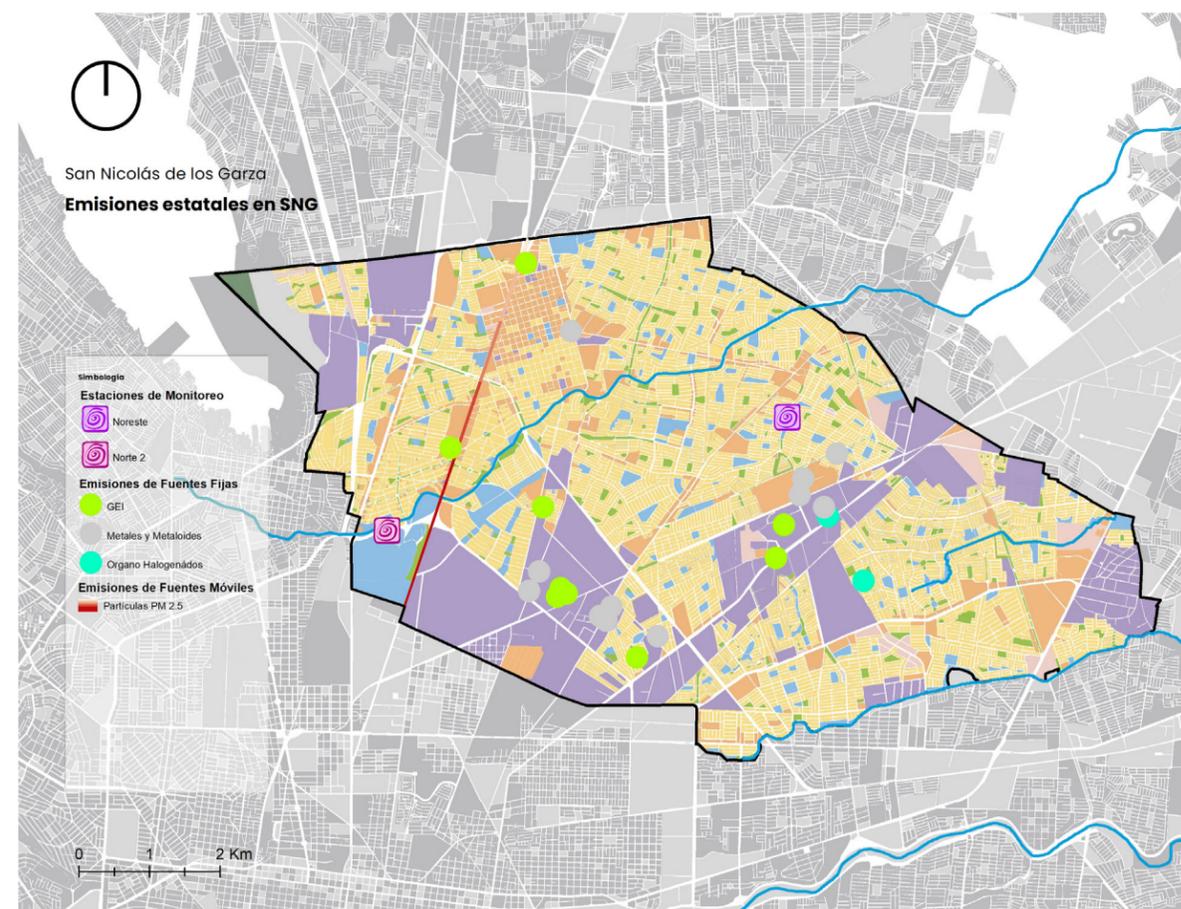
Para el caso del municipio de San Nicolás de los Garza, debido a su consolidación dentro de la mancha urbana y la vocación de su suelo para usos predominantemente urbanos, se observan dos tipos de fuentes: fijas y móviles. De estos dos tipos de fuentes, de acuerdo con el RETC de las fuentes fijas de competencia federal consultada por la Universidad Autónoma de Nuevo León (Yépez-UANL, 2022) cuyo año base es el 2020, se registró que estas fuentes emiten un aproximado de 1.165 MtCO₂e por año dentro del municipio.

Por otra parte, según información del RETC de la plataforma Aire NL, dentro del municipio se ubican 54 fuentes fijas de competencia estatal (SIMA, 2019), entre las que destacaron en 2019, las correspondientes a industrias y a servicios, con una contribución total de 3.14x10⁻⁴ MtCO₂e durante ese año (Yépez-UANL, 2022).

Estas fuentes se encuentran ubicadas en la zona industrial del municipio, y se observa una tendencia de su concentración en la parte Suroeste de la demarcación, dentro de las áreas designadas por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano para uso industrial. Como se observa en el Mapa 34, basado en la información del SIMA, no se distribuyen de manera equidistante dentro del área mencionada, sino que se concentran en ciertas zonas específicas. Esto sugiere que estas zonas, que contienen una mayor cantidad de chimeneas o pozos de venteos, son los principales puntos con alta concentración neta de contaminantes.

Mapa 34. Plano resumen de las emisiones a la atmósfera a nivel municipal en SNGbase 2013

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire, 2016).





iii. Contribuciones por categoría o sector

Para la diferenciación de las emisiones por tipo de sector, se consideraron los sectores incluidos en la Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), presentadas por México en el 2022, a partir de la cual se subclasificaron categorías para algunos sectores conforme la clasificación utilizada en el Inventario Nacional o en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI (2020).

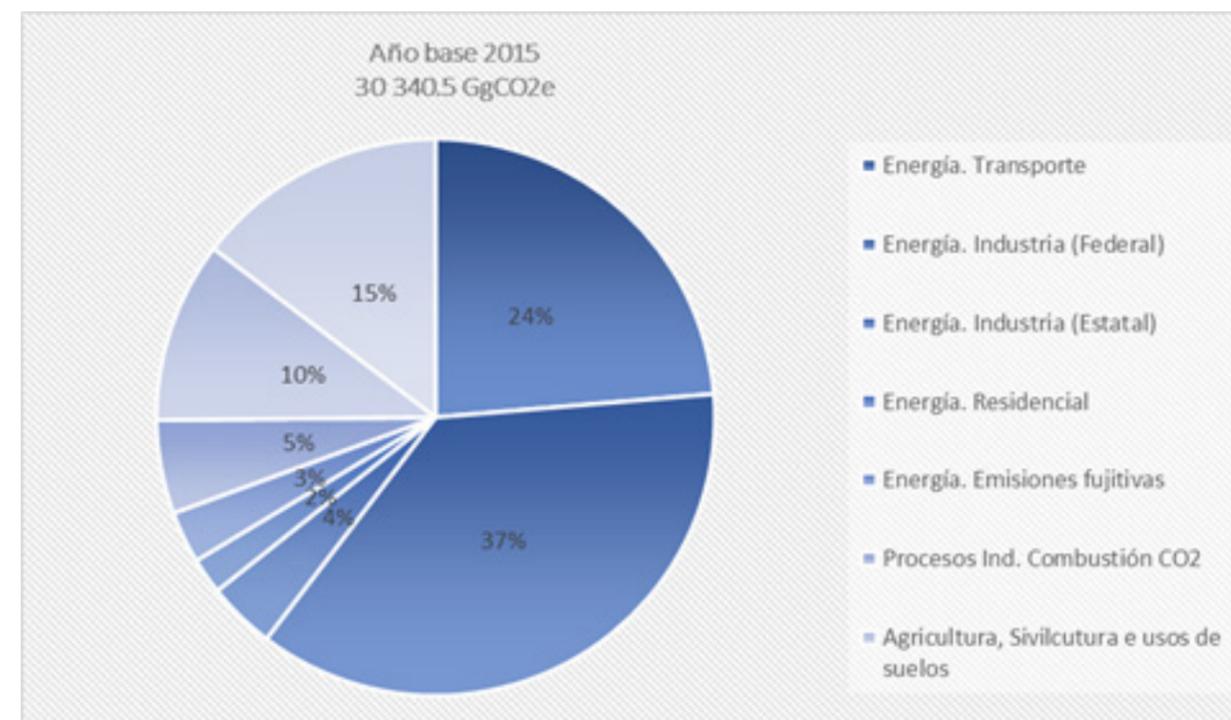
A) Estatal

El Inventario de Emisiones GEI para el estado de Nuevo León (IEGEI-NL), para el año base 2005, registró un total de 30.340 MtCO₂e.

En este sentido, destacó el sector industrial bajo jurisdicción federal con casi 37% de las emisiones, seguido de transporte con 24% y el de residuos con 14%. Por su parte, el sector agricultura, silvicultura y usos de suelos (AFOLU), conocido más comúnmente como uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS), aporta cerca del 10% de las emisiones, mientras que la industria bajo regulación estatal, así como el sector residencial y comercial, aportan cantidades menores (Figura 29).

Figura 29. Contribución porcentual de cada sector a las emisiones totales de CO₂ en Nuevo León

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa de Acción Climática del Estado de Nuevo León, 2010.



Las principales categorías emisoras estuvieron relacionadas con el sector industrial y el sector de transporte. Los principales municipios emisores fueron Monterrey, Santa Catarina, García, General Escobedo, Apodaca y Guadalupe. En este caso, no destacó San Nicolás de los Garza como uno de los municipios mayormente emisores.

A partir de la información de este inventario, durante la administración 2010-2015, el estado de Nuevo León estableció como meta mitigar 1.558 millones de MtCO₂e, mediante 20 acciones en cinco sectores, cuyos proyectos de inversión se estimaron en cerca de 14 000 millones de pesos.

En relación con los sectores que más contribuyeron a las emisiones totales estatales, destacaron la industria y el transporte, así como otras, conforme los datos presentados en la Tabla 14.

Tabla 14. Contribución porcentual de emisiones por sector a nivel estatal. Año base 2013

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire, 2016).

COMPUESTO	TIPO FUENTE	SECTOR	GIRO DE MAYOR CONTRIBUCIÓN	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN
PM ₁₀	Área	Construcción	Caminos no pavimentados,	13 %
			Extracción de minerales no metálicos	11 %
PM _{2.5}	Fija	Industria	Petróleo y petroquímica	16 %
			Extracción de minerales no metálicos	12 %
SO ₂	Fija	Industria	Petróleo y petroquímica	80 %
CO	Móvil	Transporte	Automóvil particular	73 %
NO _x	Móvil	Transporte	Automóvil particular	45 %
	Área	Industria	Limpieza de superficies industriales	12 %
COV	Móvil	Transporte	Automóvil particular	41 %
	Área		Limpieza de superficies industriales	12 %
NH ₃	Área	Agropecuario	Emisiones ganaderas de amoníaco	30 %

En cuanto a la contribución por sector y contaminante criterio, destacan el sector industrial del petróleo y petroquímica como los principales emisores de gran parte de los contaminantes criterio, confirmando así la fuerte vocación que el estado de Nuevo León ejerció hasta el 2013 en dicho sector.

B) Metropolitano

Para la AUM, de acuerdo con información base del año 2013, la distribución porcentual de contaminantes por sector se caracterizó de la siguiente manera (Tabla 15).

Tabla 15. Contribución porcentual de emisiones por sector a nivel metropolitano. Año base 2013

Fuente: Elaboración propia con datos del Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM, 2019).

COMPUESTO	TIPO FUENTE	SECTOR	GIRO DE MAYOR CONTRIBUCIÓN	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN
PM ₁₀	Área	Construcción	Caminos no pavimentados	20 %
			construcción urbana e industrial	18 %
PM _{2.5}	Fija	Industria	Petróleo y petroquímica	12 %
			Química	10 %
SO ₂	Fija	Industria	Petróleo y petroquímica química	48 % 22 %
CO	Móvil	Transporte	Carga ligera y pickup	38 %
			Automóvil particular	36 %
NO _x	Móvil	Transporte	Automóvil particular	21 %
			Carga ligera y pickup	16 %
COV	Área	Residencial	Uso doméstico de solventes	21 %
	Móvil	Transporte	Carga ligera y pickup	12 %
NH ₃	Área	Agricultura Ganadería	Emisiones ganaderas de amoníaco	50 %
			Aplicación de fertilizantes	20 %

Se observó que las emisiones de PM_{2.5} son producidas principalmente por el sector industrial, en específico por los subsectores del petróleo y petroquímica, la industria química y la industria del vidrio, que en conjunto son responsables del 30% de las emisiones de PM_{2.5}. Otros sectores como la extracción de materiales (6%), la construcción (8%) y la metalurgia (6%) representan importantes contribuciones a las emisiones de este contaminante. El inventario señaló la gran emisión de PM10 que tienen las vías sin pavimentar, así como la construcción, pues ambas produjeron un 38% del total de emisiones, pero este dato se estima como "aproximado", puesto que su monitoreo y medición es de mayor dificultad por la naturaleza misma de las emisiones (CMM, 2019).

En cuanto a los compuestos precursores de gases de efecto invernadero, es importante resaltar las emisiones de NO_x, donde se observa que las fuentes móviles, en su mayoría provenientes del sector transporte y específicamente de automóviles particulares, vehículos de carga ligera, vehículos de carga y autobuses, contribuyen con un 61% de las emisiones totales de NO_x. Con relación a las partículas de COV, destaca que los principales emisores son el sector residencial y comercial por el uso de solventes en actividades domésticas, el sector del transporte por la combustión en los vehículos de carga ligera y de uso particular, así como de las fuentes fijas por el uso de gas LP. En conjunto, estos sectores producen el 54% de las emisiones totales.

Transversalmente, entre los diferentes tipos de contaminantes, se observa que el sector petróleo y petroquímica es la principal fuente de emisión industrial, pues es el responsable de la emisión del 49% de SO₂, el 12% de PM_{2.5}, el 5% de PM₁₀, el 5% de NO_x y el 3% de COV. Por su parte, el sector químico es el segundo al emitir el 22% de SO₂, el 11% de PM_{2.5}, el 6% de PM₁₀, el 3% de NO_x, el 2% de COV. Al mismo tiempo, se observa como sector de interés el de la construcción, debido a que es el principal contribuyente de las partículas suspendidas PM_{2.5} y PM₁₀.

En cuestión de fuentes móviles, específicamente vehículos particulares y de carga ligera, la combustión de gasolina genera la mayoría de las emisiones de NO_x y COV, mientras que el diésel es la principal fuente de PM_{2.5} y SO₂. Sin embargo, es importante señalar que su contribución está condicionada por el nivel de congestión vehicular, el nivel de unidades circulando, las distancias recorridas, la edad de la flota vehicular y el cumplimiento de la verificación vehicular.

Los resultados por sector y el tipo de partículas que emiten evidencian el impacto significativo que la combustión de gasolinas y petroquímicos tiene en la emisión de gases de efecto invernadero, así como en otros precursores del ozono, lo que nos indica la urgente necesidad de regular y controlar el uso de combustibles fósiles.

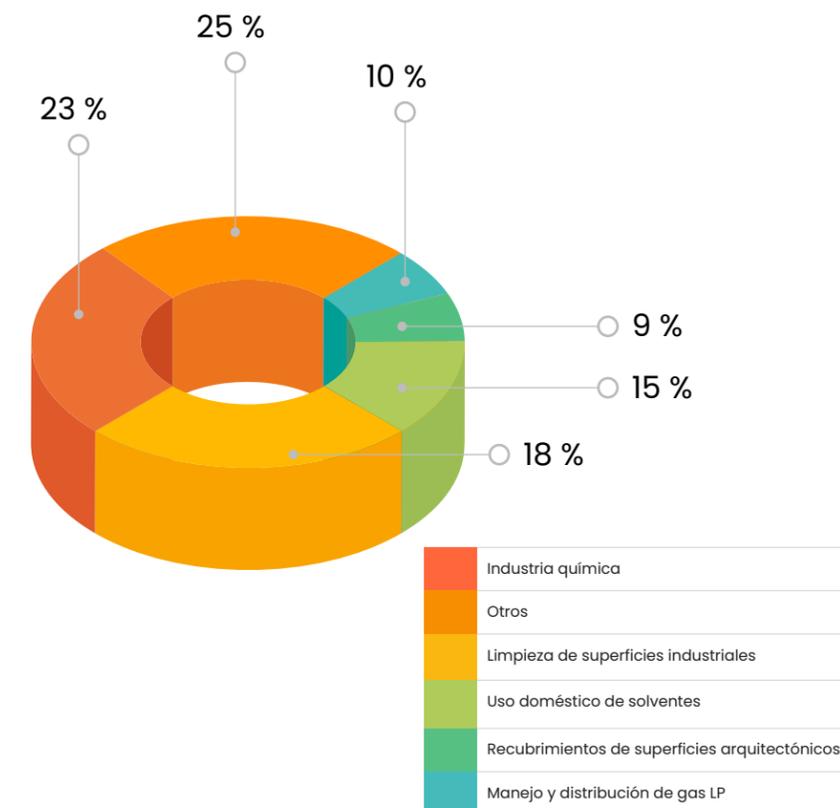
Los casos de las fuentes de área y fuentes naturales deben observarse con precaución, ya que las estimaciones de su contribución a las emisiones de determinados contaminantes tienen un gran nivel de incertidumbre debido a la naturaleza del sector y a la dificultad de su medición y monitoreo. Las actividades privadas no industriales, que normalmente son realizadas por los particulares de forma individual, actualmente no son reguladas por normas específicas pese a que son las principales emisoras de partículas altamente contaminantes como el SO₂, lo que denota la necesidad de implementar campañas para el uso de solventes y otras sustancias químicas de baja evaporación y emisión.

C) Municipal

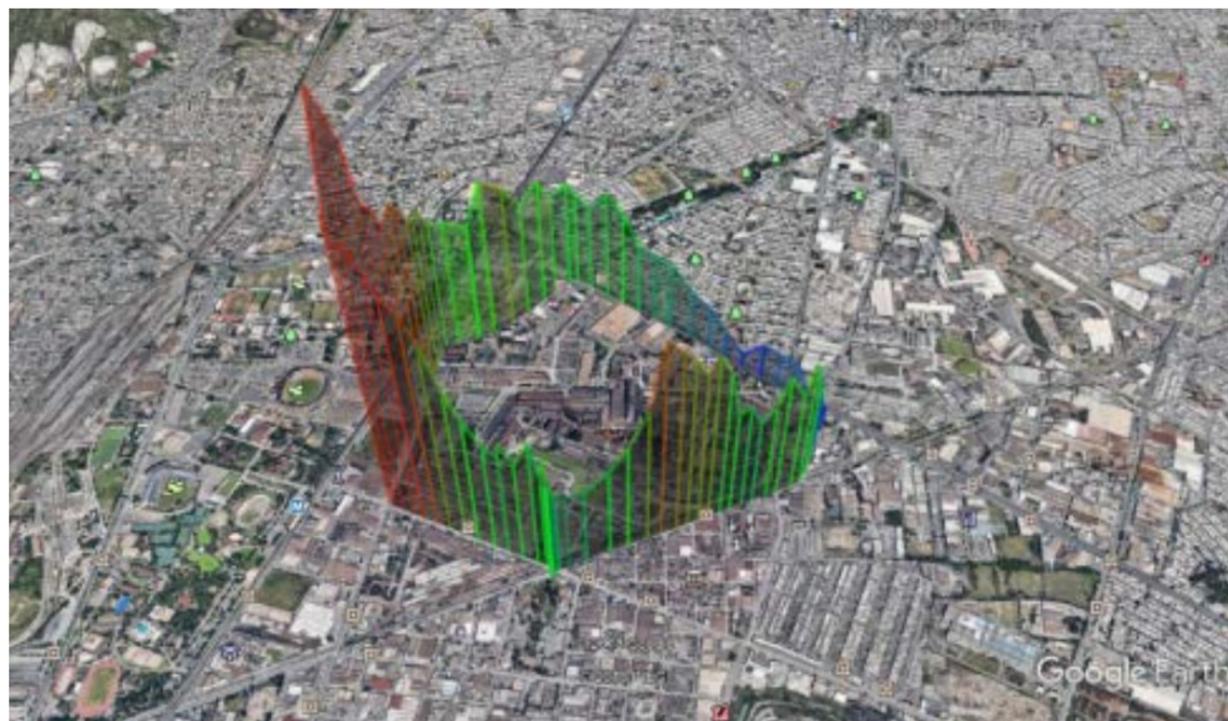
En el inventario de emisiones a nivel estatal del 2005, destaca el municipio de San Nicolás de los Garza por formar parte de los nueve municipios que generan el 80% de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), pues produce el 9.5% de las emisiones mostradas por categorías en la Tabla 16.

Tabla 16. Emisiones porcentuales de COV por categoría en San Nicolás de los Garza 2015

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire, 2016).



Ahora bien, para otros compuestos se encontró que, de acuerdo con estudios realizados por el Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (2019), la zona industrial localizada en el Suroeste del corredor industrial del municipio, cerca de la estación de monitoreo Noreste (NTE2), es una importante emisora de NO₂ (Mapa 35).



204

Respecto a los contaminantes criterio y gases de efecto invernadero, entre los años 2015-2019, conforme al RETC del SIMA y a las Cédulas de Operación Anual (COA) de las fuentes fijas de competencia estatal, dentro del municipio se registraron tres categorías de emisiones de compuestos contaminantes generadas por el sector industrial, las cuales comprenden:

- Gases de combustión y de efecto invernadero como el bióxido de carbono (CO₂).
- Metales, metaloides y no metálicos, principalmente el plomo, el cual es un elemento que favorece la formación de nubes.
- Órgano-halogenados, que se componen principalmente de hidrofluorocarbonos y tricloroetileno, el primero de ellos conformado por diversos compuestos debilitadores de la capa de ozono (Tabla 17).

Mapa 35. Muestreo de concentración de emisiones, zona industrial universidad

Fuente: Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM, 2019).

Categoría de los contaminantes	tCO ₂ e/ año				
	2019	2018	2017	2016	2015
Gases de combustión y de efecto invernadero	14 194.32	13 715.09	52 583.0	39 684	18 837
Metales, metaloides y no metálicos	0	0.08182	0.09202	0.0573	7721
Órgano-halogenados	0	1	1	0	0.4776

Tabla 17. Emisiones totales anuales por categoría de contaminantes atmosféricos para el periodo 2015-2019 en el municipio San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes del SIMA, 2022.

De estas emisiones, dentro del RETC también se observa que el sector que mayormente genera los contaminantes clasificados como gases de combustión y de efecto invernadero y órgano-halogenados es la industria en la categoría automotriz, en tanto que el principal emisor de metales, metaloides y no metálicos es la industria en la categoría de fabricación de producción de aparatos, equipos o accesorios eléctricos y electrónicos (SIMA, 2019).

Conforme a la información analizada, es recurrente la necesidad de San Nicolás de los Garza, de reducir las emisiones y proteger la salud de la población. Destaca la necesidad de regular principalmente las fuentes fijas y móviles, de las cuales sobresale el interés en el sector industrial, que es el principal responsable de la contaminación atmosférica en la región.

Asimismo, se observa la necesidad de regular las fuentes fijas industriales de competencia federal como las principales emisoras y a las de competencia estatal en segundo lugar. Específicamente, esto incluye subsectores como la industria automotriz, la fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos, la industria del petróleo y la petroquímica, así como la industria metalúrgica.

Sin embargo, el municipio tiene limitaciones para regular estas fuentes, por lo que sus acciones se centrarán en establecer mecanismos de coordinación con las autoridades competentes, a fin de promover una transición energética y tecnológica efectiva en las fuentes industriales, que permita reducir sus emisiones anuales.

205



La regulación de otros sectores de competencia municipal —que no incluyen las fuentes fijas industriales federales y estatales— es especialmente importante en términos de contaminantes como bióxido de carbono, nitratos, sulfuros y partículas PM. En ese sentido, destacan las fuentes de área, en particular los subsectores de construcción y uso de solventes, que también desempeñan un papel significativo en la emisión de contaminantes, pero que aún no están regulados por ninguna instancia gubernamental.

En relación con estas últimas y con otras fuentes fijas no industriales, el municipio deberá enfocar acciones relacionadas con el control de emisiones fugitivas en actividades comerciales, de servicios, obras públicas y privadas, así como en actividades gubernamentales, que derivan del uso de la energía, de sustancias emisoras para actividades cotidianas y de combustibles fósiles. Las acciones para implementarse por el municipio podrán enfocarse en la regulación, el registro y la supervisión de fuentes comerciales o residenciales cuya contribución provenga de este tipo de actividades.

Finalmente, la medición de estas fuentes municipales es de gran relevancia, ya que el municipio requiere cuantificarlas y reportarlas de manera precisa, para identificar los sectores y las actividades específicas en las que se deben orientar las políticas de regulación y control de manera directa, mientras que, al mismo tiempo, a través de la coordinación metropolitana con los niveles federales y estatales, también se busca regular a los principales emisores industriales ubicados en el municipio.

iv. Modelación aproximada de las emisiones de competencia municipal



Con base en los inventarios revisados, fue posible diferenciar los principales sectores y actividades emisores que conforman las fuentes fijas industriales localizadas dentro del municipio, sin embargo, debido a que estos inventarios no cuentan con el nivel de detalle suficiente para diferenciar las actividades de competencia municipal, fue necesario modelar un aproximado de las emisiones de estas últimas.

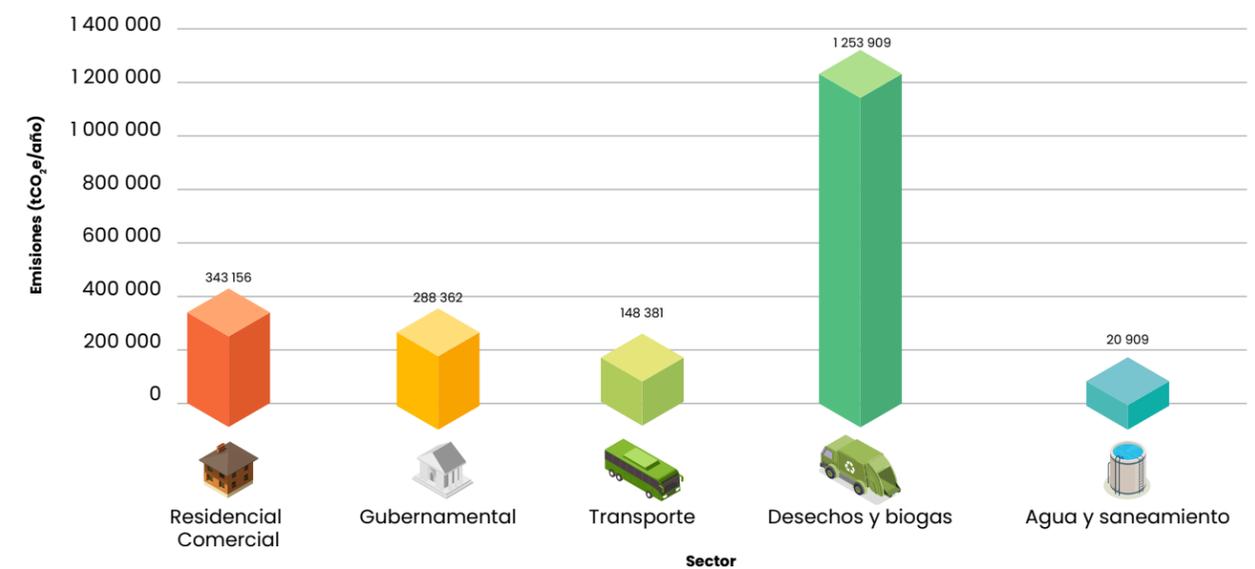
Esta modelación se realizó a partir del uso de la herramienta “Acción Climática para la Sostenibilidad Urbana” (CURB Tool, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial, que permite calcular las emisiones aproximadas que se generan anualmente por las principales actividades de competencia municipal.

La CURB es una herramienta de planificación de escenarios pensada para ayudar a las ciudades a emprender acciones climáticas en sus áreas de energía, ocupación urbana, transporte, residuos y agua. Por ello, se utilizó para calcular emisiones directas e indirectas, utilizando como línea base la información derivada de los patrones de consumo urbano, energético y de movilidad de San Nicolás de los Garza, así como de otras ciudades con condiciones socio-geográficas similares.

Figura 30. Modelación aproximada de las emisiones de competencia municipal en San Nicolás de los Garza. Año base 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de modelado con la herramienta CURB y con datos estadísticos del INEGI, 2014-2020.

Específicamente, se estimaron las emisiones del sector residencial-comercial; del sector gubernamental, que incluye las actividades gubernamentales y los servicios de alumbrado; del sector transporte, que considera únicamente el transporte privado, y del sector de desechos y biogás, en donde se desagregaron las categorías de residuos sólidos y residuos del servicio de agua y saneamiento (lodos) (Figura 30).

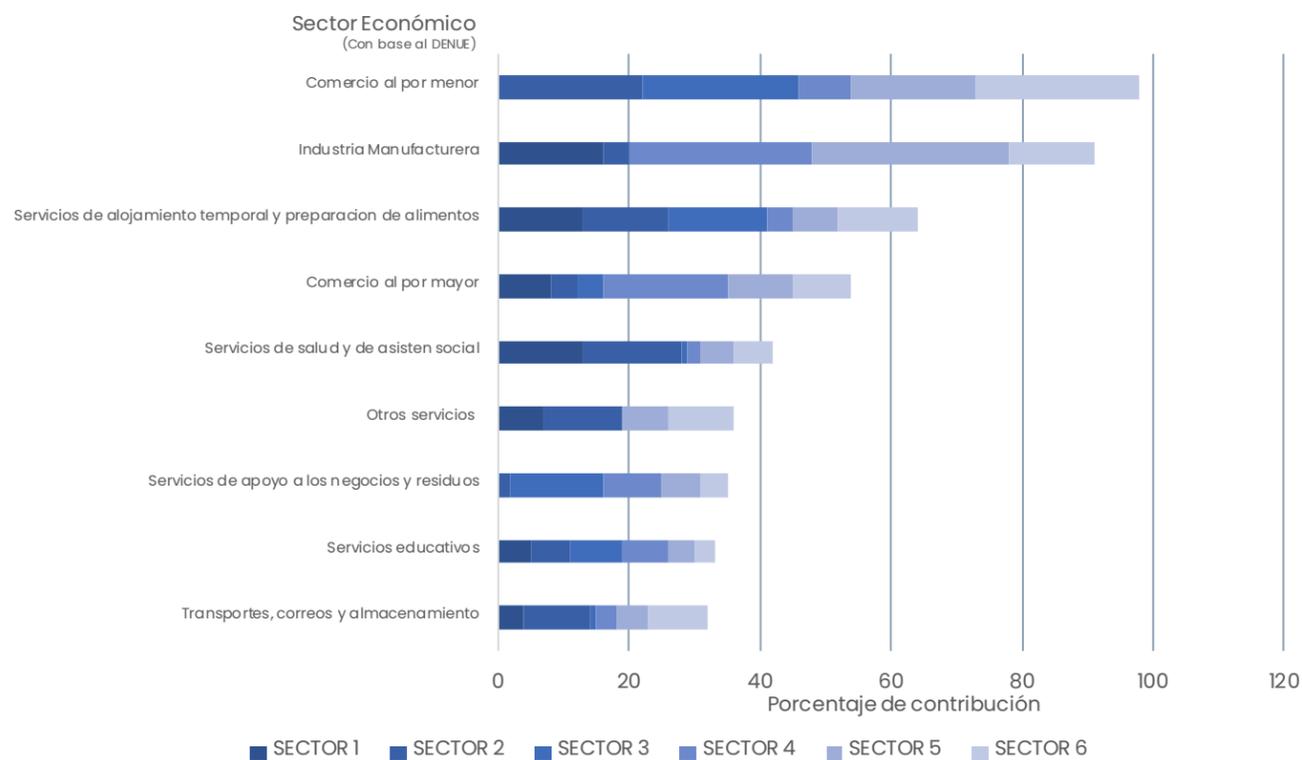


Los resultados de la modelación muestran que, para el año 2020, dentro de San Nicolás de los Garza, las emisiones de competencia municipal sumaron un total de 1 791 876 tCO₂e/año. De dicha cantidad se estima que 340 558 tCO₂e/año fueron emitidas por el sector Residencial-Comercial, 28 123 tCO₂e/año se originan del sector Gubernamental, 148 377 tCO₂e/año provienen del sector del Transporte, 1 253 909 tCO₂e/año pertenecen al sector residuos sólidos y 20 909 tCO₂e/año corresponden al sector de Residuos del saneamiento de agua. Se presume, entonces, que el mayor contribuyente de emisiones es el sector de Residuos sólidos, seguido del sector Residencial-Comercial.

Respecto de la proporción de emisiones por giros de actividades económicas, de acuerdo con información estimada por la UANL (UANL, 2022), el giro de mayor contribución a las emisiones es el Comercio al por menor, seguido de la industria manufacturera.

Figura 31. Comparativa de la contribución de emisiones anuales por actividad económica en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos de modelado matemático de Yépez, F. & Huerta, R. -UANL, 2023.



¹Véase 1.1.2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

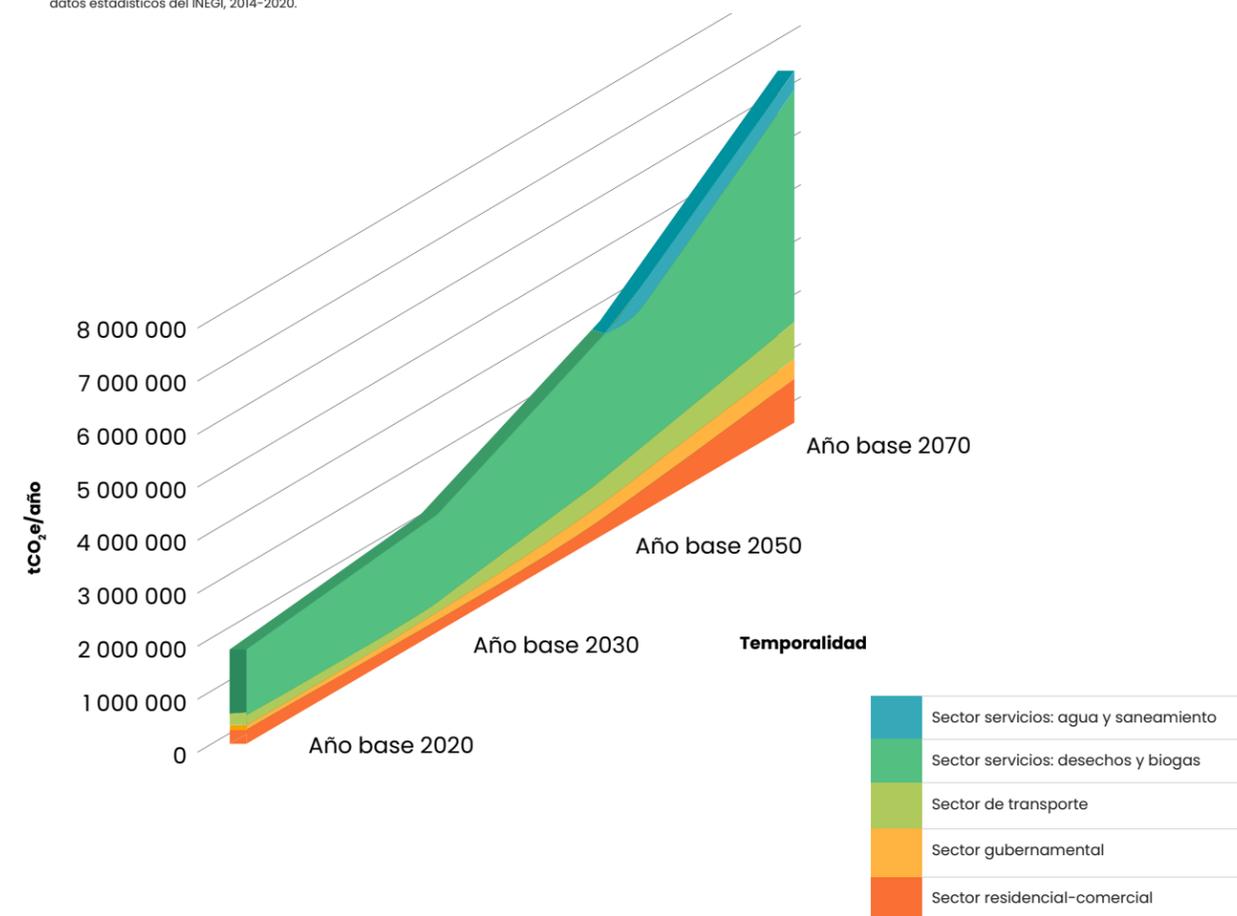
3.2.3. Trayectoria de emisiones acumuladas de GEI y tendencia de neutralidad de carbono

Para la mitigación de gases de efecto invernadero y otras partículas contaminantes, se requiere conocer la trayectoria de sus emisiones, conforme a las tendencias de los patrones de consumo local. Esto con el fin de identificar los posibles escenarios futuros de emisiones, y cómo se alejan o acercan a la tendencia de neutralidad de carbono a la que apuntan las NDC¹.

En el caso del municipio de San Nicolás de los Garza, para el cálculo de la trayectoria de emisiones acumuladas se utilizó como línea base la Modelación aproximada de las emisiones de competencia municipal (Figura 32). A partir de ella y de la herramienta CURB, se calcularon las trayectorias a tres horizontes, conforme la tendencia del crecimiento poblacional del municipio y otras tendencias de consumo.

Figura 32. Trayectoria estimada municipal de emisiones acumuladas por sector al año 2070. Modelo business as usual

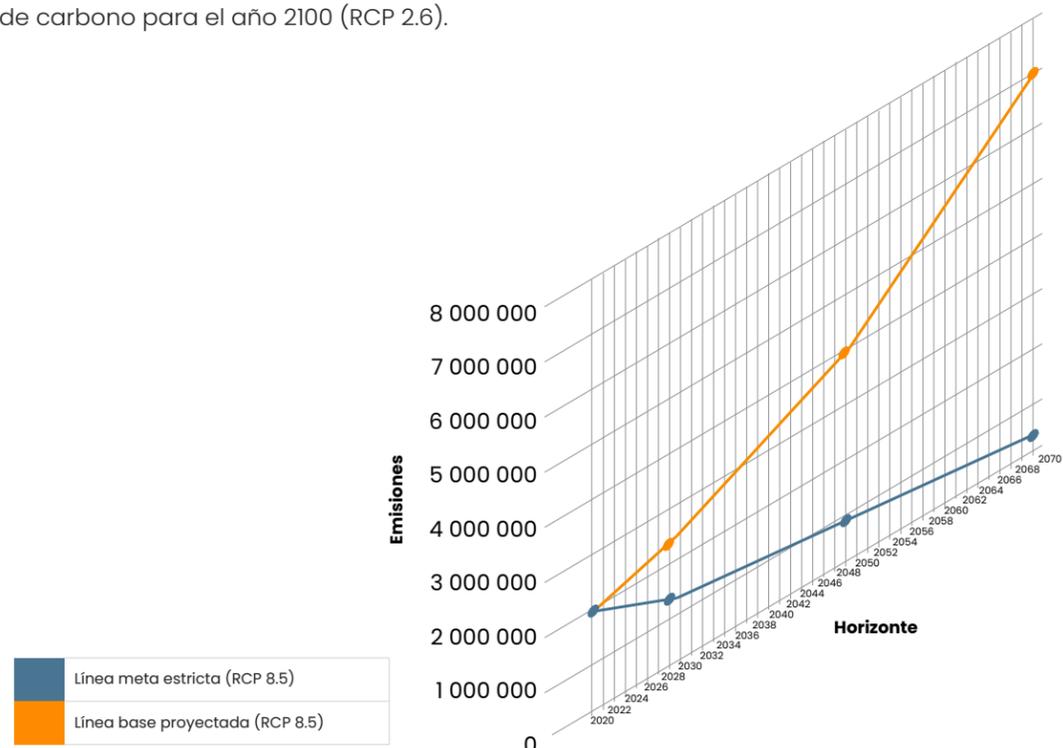
Fuente: Elaboración propia mediante el modelado con la herramienta CURB y con datos estadísticos del INEGI, 2014-2020.



En un escenario de business as usual (RCP 8.5, ver Tabla 18) y como se observa en la Figura 20, dentro de San Nicolás de los Garza se prevé que las emisiones totales municipales asciendan a 2 358 801 tCO₂e para el año 2030, casi triplicándose hasta alcanzar un total de 6 934 257 tCO₂e para el año 2070. De estas emisiones se observa que el principal emisor es y seguirá siendo el subsector de Manejo de desechos y biogás, seguido del sector Residencial-Comercial.

La identificación de las trayectorias de los principales emisores puede utilizarse para orientar los sectores sobre los que deben diseñarse las estrategias de acción climática, así como para conocer el rango de reducción de emisiones deseable. Sin embargo, para estimar la cantidad de estas reducciones, se necesita proyectar la tendencia de neutralidad de carbono del municipio.

En cuanto a la tendencia de neutralidad de carbono para San Nicolás de los Garza, se consideraron tres horizontes de tiempo: corto (2030), mediano (2050) y largo (2070), para los cuales se estimó la cantidad de emisiones permisibles durante cada horizonte (Figura 33). La cantidad permisible de emisiones se obtuvo al restarle a la línea base del año 2020 el porcentaje de reducción, el cual, a su vez, se estimó con fundamento en las NDC y su trayectoria hacia la neutralidad de carbono para el año 2100 (RCP 2.6).



Considerando que los porcentajes de reducción fundamentadas en las NDC se estimaron en un 35% para el 2030, un 54% para el 2050 y un 81% para el 2070, los valores de emisiones permisibles se obtuvieron al calcular la meta de reducción respecto del año base 2020 (1 791 876 tCO₂e). Es decir, si el municipio garantizara la reducción del 35% respecto del año base 2020, se podrían permitir hasta 1 164 719 tCO₂e emisiones durante el 2030; mientras que si garantizara la reducción del 54% respecto del año base 2020, se podrían permitir 824 263 tCO₂e de emisiones en el 2050. Bajo la misma lógica, para el año 2070, si el municipio garantizara la reducción del 81% respecto del año base 2020, se podrían permitir la emisión de 340 456 tCO₂e en el 2070. En dicha línea tendencial, para el año 2100, debido a que la meta es la neutralidad de carbono, se buscaría "evitar" el 100% de las emisiones, a través de igualar la cantidad de emisiones secuestradas con las emitidas.

En consecuencia, al restarse los valores de emisiones permitidas a la línea proyectada de cada horizonte, se advierte que, para cada año, las metas de acción climática municipal deberían orientarse a prevenir o secuestrar la emisión de 1 184 082 tCO₂e para el 2030, la emisión de 3 211 476 tCO₂e en el 2050 y de 6 593 801 tCO₂e para el 2070.

Metas de disminución	
Proyección de emisiones 2030 (tCO₂e / año)	
2 348 801	Sector servicios: agua y saneamiento
35 %	Sector servicios: desechos y biogás
1 164 719	Sector de transporte
1 184 082	Sector gubernamental
Proyección de emisiones 2050 (tCO₂e / año)	
4 035 739	Línea base proyectada
54 %	Meta (% bajo el año base)
824 263	Emisiones permisibles
3 211 476	Emisiones a evitarse
Proyección de emisiones 2070 (tCO₂e / año)	
6 934 257	Línea base proyectada
81 %	Meta (% bajo el año base)
340 456	Emisiones permisibles
6 593 801	Emisiones a evitarse

Figura 33. Trayectoria de emisiones acumuladas de GEI y tendencia de neutralidad de carbono para San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia mediante el modelado con la herramienta CURB y datos estadísticos del INEGI, 2014-2020.



Sobre estos valores y los obtenidos para las líneas base, es importante señalar que estos no constituyen valores exactos de reporte o meta, pues más bien pretenden orientar parámetros generales de reducción. Lo anterior debido a que no fueron calculados con base en un inventario municipal de emisiones, sino que fueron estimados a partir de los patrones actuales de consumo de energía y combustibles a nivel local.

Para el municipio, los resultados de la modelación implican la necesidad de ejecutar acciones y políticas puntuales que efectivamente reduzcan las emisiones sobre las que tiene competencia o injerencia, como los sectores Desechos y biogás, Residencial-Comercial y Transporte. Esto significa que, para alcanzar los porcentajes de reducción de emisiones del 35%, el 54% o el 81% en los tres horizontes de tiempo, las acciones deben ser aplicadas estratégicamente en materias y áreas que contribuyan en mayor medida a la reducción, la captura y el secuestro de los compuestos contaminantes.

No obstante, esto requiere que el municipio promueva activamente entre los particulares la importancia de su participación sistemática en la reducción de las emisiones municipales, en virtud de que muchas de las acciones que se puedan proponer deberán ser implementadas al interior del funcionamiento de las empresas o viviendas, ya que las emisiones proyectadas derivan del consumo energético de estas. Especialmente en aquellos sectores como el Residencial-Comercial, las acciones que el municipio pudiese implementar estarán sujetas al nivel de involucramiento que se trabaje con los particulares, para cambiar sus patrones de consumo de combustibles y de otros productos emisores de GEI.

Por ello, es importante que las orientaciones de políticas del municipio se enfoquen en cuestiones de gobernanza, en donde, ya sea a través de incentivos, proyectos estratégicos o campañas de concientización, se logró involucrar de manera efectiva a los sectores mayormente emisores a nivel municipal. Esto, además, deberá incluir orientaciones cuyo propósito sea contar con información certera sobre las emisiones reales asociadas a las actividades no reservadas al estado o a la federación.

3.3. Estimación de vulnerabilidad climática municipal a horizontes cercano (2021-2040) y lejano (2081-2100)

214

La identificación de los factores que conforman la vulnerabilidad climática y la interacción entre ellos permitirá orientar medidas de adaptación y construir resiliencia (Figura 34). El reconocimiento de condiciones de vulnerabilidad del municipio se sustenta en la formulación del índice de vulnerabilidad climática, para lo que se utilizan bases metodológicas y diferentes insumos desarrollados por ONU-Habitat (2019; 2020; 2021), adaptados a la metodología del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2019) para la elaboración del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC). Entre los insumos destaca el Manual para la Evaluación al Cambio Climático (UN-Habitat y UNEP, 2018).

El análisis para la estimación de la vulnerabilidad climática utiliza como unidad geoespacial básica a las manzanas definidas por el INEGI, agrupadas por distritos considerados en la actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) de San Nicolás de los Garza (PMDU, 2022). Los distritos se conforman a partir de parámetros administrativos y características de identidad histórica y social. Los 25 distritos que constituyen el territorio de SNG y cuyas características son la base para estimar la vulnerabilidad climática, se enlistan en la Tabla 18 y su distribución se aprecia en el Mapa 36.

Figura 34. Principales conceptos para mitigación y adaptación climática

Fuente: Elaboración propia con datos del IPCC (2020) y del INECC 2016 (2019).



215

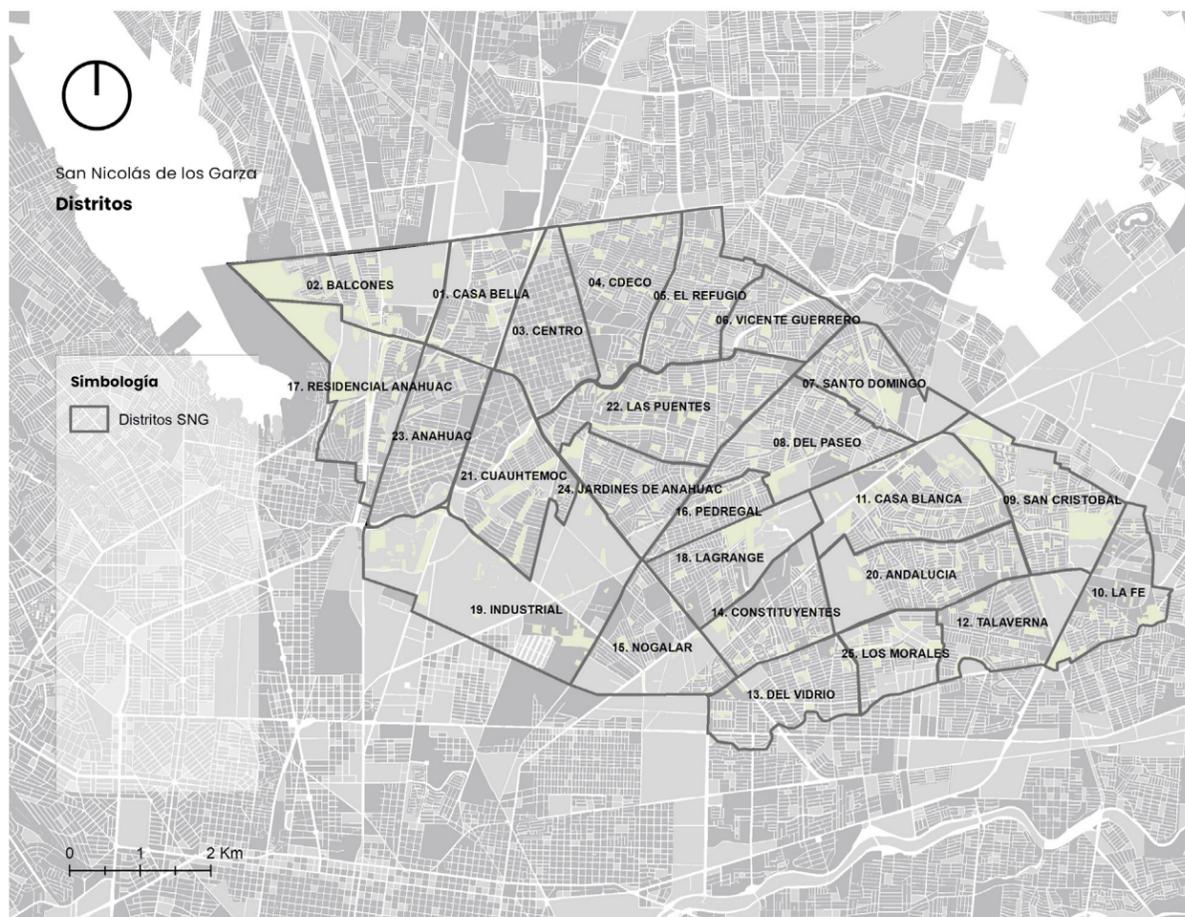
NÚMERO	DISTRITOS	NÚMERO	DISTRITOS
1	Casa Bella	14	Constituyentes
2	Balcones	15	Nogalar
3	Centro	16	Pedregal
4	CEDECO	17	Residencial Anáhuac
5	El Refugio	18	Lagrange
6	Vicente Guerrero	19	Industrial
7	Santo Domingo	20	Andalucía
8	Del Paseo	21	Cuauhtémoc
9	San Cristóbal	22	Las Puentes
10	La Fe	23	Anáhuac
11	Casa Blanca	24	Jardines de Anáhuac
12	Talavera	25	Los Morales
13	Del Vidrio		

Tabla 18. Distritos urbanos en San Nicolás de los Garza

Fuente: ONU-Habitat, 2022.

Mapa 36. División territorial por distrito en San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia con datos del PDU municipal, 2022.



De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022), SNG es uno de los 1448 municipios con Muy Alta y Alta vulnerabilidad actual en por lo menos 1 de las 5 vulnerabilidades específicas conformadas por el nivel de: i) asentamientos humanos con riesgo a inundaciones, ii) asentamientos humanos con riesgo a deslaves, iii) población con riesgo al incremento en distribución del dengue, iv) producción forrajera con riesgo a estrés hídrico y v) producción ganadera extensiva con riesgo a inundaciones. De estas vulnerabilidades, SNG obtuvo un nivel Medio sobre la población en riesgo al incremento en distribución del dengue y nivel Muy Alto respecto a la producción forrajera con riesgo a estrés hídrico.

En esta oportunidad se ha formulado una metodología específica para estimar la vulnerabilidad a nivel municipal en SNG mediante el índice de vulnerabilidad climática (IVC), que incorpora las amenazas climáticas directas, así como las características socioeconómicas, de infraestructura y la capacidad de respuesta ante los cambios de clima. Se seleccionó una serie de indicadores según los criterios de pertinencia, disponibilidad y escala:

- La pertinencia se refiere a que los indicadores pueden demostrar la exposición, la sensibilidad o la capacidad adaptativa de una ciudad. La pertinencia también se refiere a la coherencia con la metodología y los indicadores utilizados por el INECC (ANVCC, 2019).
- La disponibilidad corresponde a la existencia de los datos o a la posibilidad de obtenerlos.
- La escala corresponde a utilizar únicamente los datos que permitan diferenciar elementos al interior del municipio.

Los indicadores empleados para la formulación del IVC a escala local en SNG integran la información de los escenarios de cambio climático analizados en apartados anteriores (3.1.4), los resultados de una serie de análisis geoespaciales que identificaron el estado de la infraestructura física urbana y la metodología reconocida por el CENAPRED para el tratamiento de datos censales sobre las condiciones socioeconómicas que determinan la sensibilidad de la población de SNG, frente a los impactos asociados a los escenarios de cambio climático esperados a corto y largo plazo. Los indicadores empleados para la formulación del IVC a escala local en SNG se muestran por factor y categoría en la Tabla 19.

A continuación, se presenta un breve análisis de los indicadores utilizados por categoría para estimar la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa².

Factor	Categoría	Código	Indicador
Exposición	Peligros hidrometeorológicos	E1	Grado de peligro por inundaciones
		E2	Grado de peligro por sequías
		E3	Grado de peligro por heladas
	Escenarios de cambio climático	E4	Escenario RCP 4.5 de temperaturas máximas históricas
		E5	Escenario RCP 4.5 de temperaturas mínimas históricas
		E6	Escenario RCP 8.5 de temperaturas máximas históricas
		E7	Escenario RCP 8.5 de temperaturas mínimas históricas
Sensibilidad	Vulnerabilidad de la población	S1	Condición de hacinamiento
		S2	Porcentaje de población vulnerable, infantil y adulta mayor
		S3	Porcentaje de población de habla indígena
		S4	Grado de marginación urbana
	Infraestructura urbana	S5	Equipamiento público expuesto
		S6	Tipología de la vivienda
		S7	Índice de cobertura de suelo BSI
		S8	Densidad de giros económicos
Capacidad adaptativa	Ecosistemas	C1	Distancia a áreas públicas
		C2	Presencia de vegetación NDVI
		C3	Porcentaje de analfabetismo
	Capacidad por condiciones socioeconómicas de la población (educación, salud, vivienda, empleo e ingresos)	C4	Porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
		C5	Grado promedio de escolaridad
		C6	Cobertura de servicios de salud, porcentaje de la población no derechohabiente
		C7	Porcentaje de la población con algún tipo de discapacidad y limitación en la actividad
		C8	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada
		C9	Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje
		C10	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad
		C11	Porcentaje de viviendas con piso de tierra
		C12	Razón de dependencia
		C13	Tasa de desempleo abierto
	Respuesta adecuada y efectiva	C14	Distancia a unidades médicas
		C15	Cobertura de servicios de emergencias

3.3.1. Exposición



Para la exposición se analizaron los peligros hidrometeorológicos y los escenarios esperados bajo condiciones de cambio climático. A continuación, se explica cada uno de ellos.

i. Peligros hidrometeorológicos

Los peligros hidrometeorológicos son uno de los componentes de la exposición, ya que se asocian con importantes impactos para la infraestructura y la población urbana. En el municipio, las inundaciones, sequías y heladas se consideran los peligros de mayor relevancia por su frecuencia e intensidad. Dichos fenómenos tienen factores condicionantes como el tipo de suelo, la cubierta vegetal, la pendiente, la cobertura del drenaje, etc., y factores detonantes como la precipitación y la variabilidad térmica, entre otros aspectos.

Para este análisis, los grados de peligro de las inundaciones, sequías y heladas se normalizaron para integrarse en una sola cobertura que identifique las zonas con mayor exposición al posible impacto de estos fenómenos hidrometeorológicos a dos horizontes de tiempo: a futuro cercano o corto plazo y a horizonte lejano o largo plazo, constituidos por los grados de peligro para un periodo de retorno de 5 años y para otro de 100 años, respectivamente.

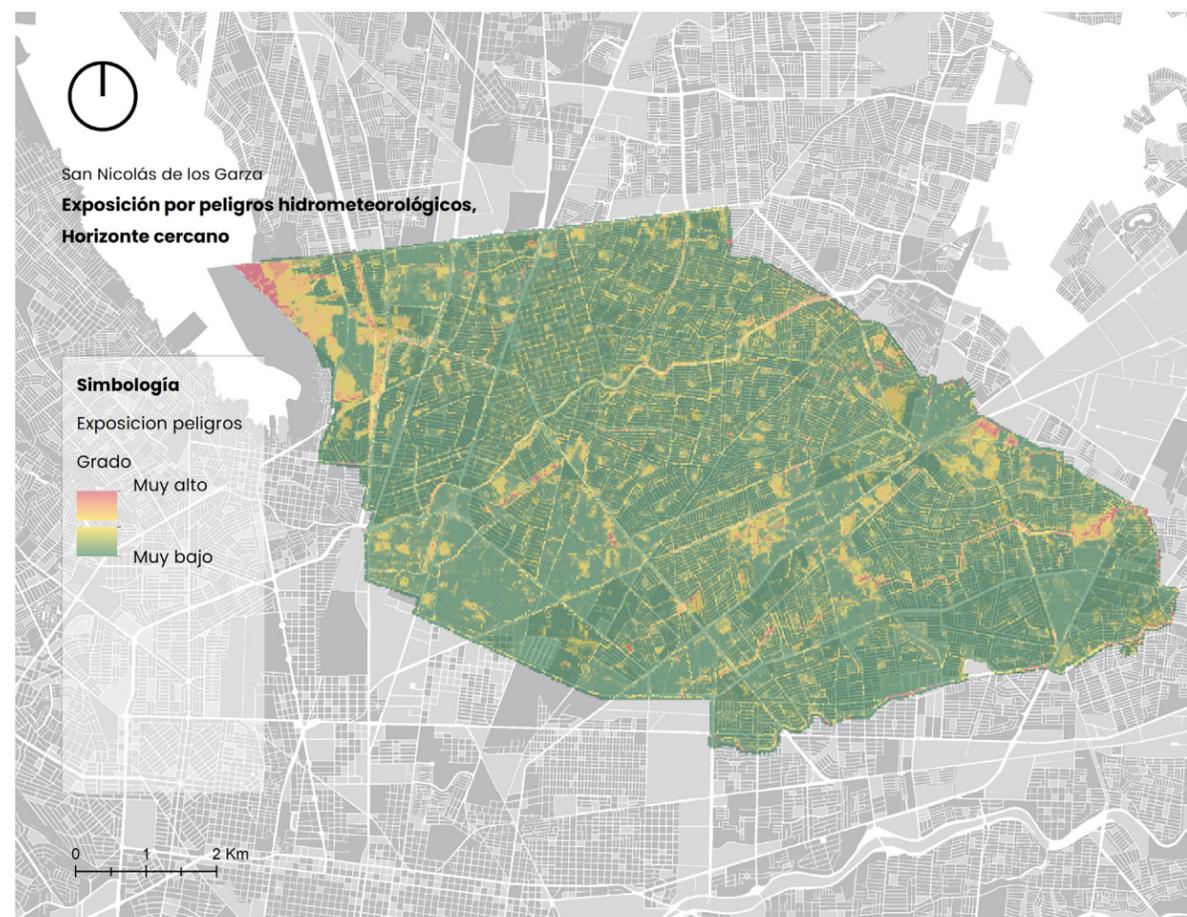
Como puede observarse en los mapas 37 y 38, para el horizonte cercano o corto plazo los mayores grados de peligro se concentran en la zona Noroeste y Este del municipio y en las áreas aledañas a los arroyos Topo Chico y Los Pinos, marcados con color rojo. En contraste, para el horizonte lejano o largo plazo se aprecia un aumento de superficie con altos niveles de peligro, que se agrupa en las zonas Noroeste, Este y Centro de SNG, en áreas de los distritos Balcones, Residencial Anáhuac, Casa Bella, Industrial, Cuauhtémoc, Lagrange, Andalucía, Casa Blanca, San Cristóbal, Vicente Guerrero, Santo Domingo y La Fe.

2 Para revisar detalladamente los indicadores, véase el Anexo 7.4.

Tabla 19. Relación de indicadores empleados para el análisis de vulnerabilidad climática del municipio SNG por factor y categoría

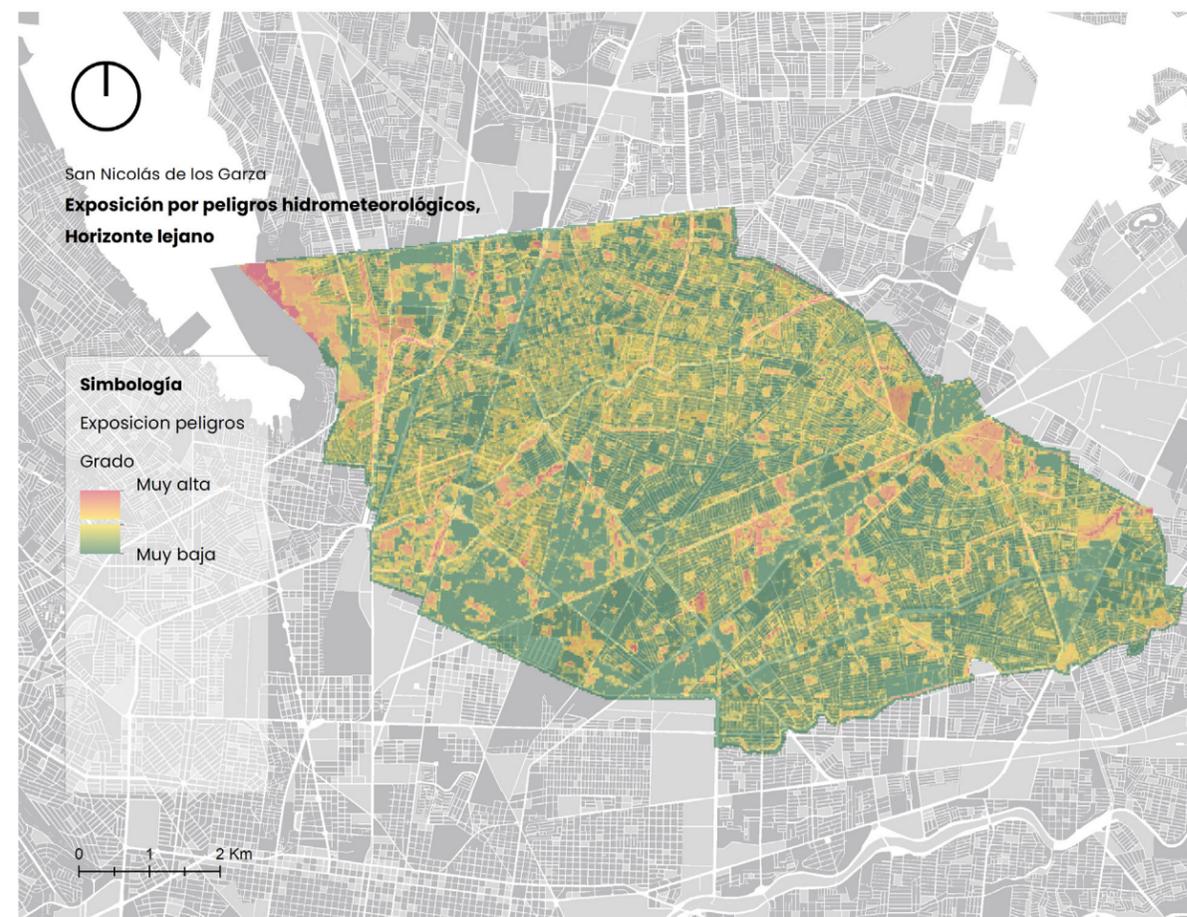
Mapa 37. Exposición por peligros hidrometeorológicos (inundaciones, sequías y heladas) para horizonte cercano o corto plazo en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de Riesgos para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 2021.



Mapa 38. Exposición por peligros hidrometeorológicos (inundaciones, sequías y heladas) para horizonte lejano o largo plazo en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de Riesgos para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 2021.





Identificación y percepción social de las zonas de riesgo por inundación en San Nicolás de los Garza

En SNG se realizaron dos ejercicios de mapeo participativo (Anexo 7.1.) para incluir la percepción de la población en cuanto al nivel de riesgo por inundación. El mapa A muestra las zonas identificadas por diferentes actores y los polígonos de la cartografía colaborativa de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021) y del proceso participativo de mapeo de riesgos climáticos del 2022. De igual manera, se muestran polígonos que corresponden a las zonas de riesgo identificadas en el Atlas de Peligros y/o Riesgos del Municipio desarrollado por la UANL y la FARQ en 2016.

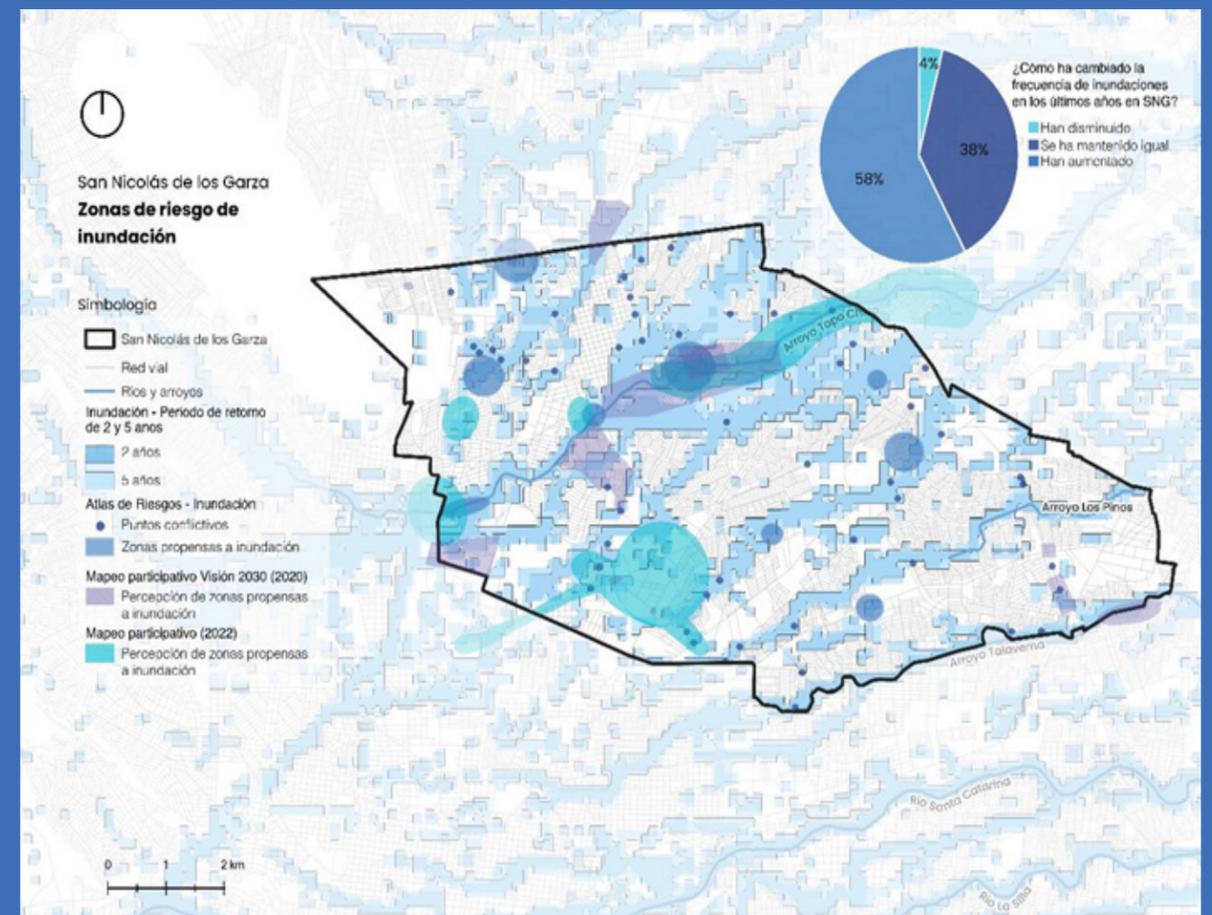
Del último proceso participativo destaca el distrito industrial como una zona expuesta a riesgo de inundación. En este mismo ejercicio, el 58% de las y los participantes percibió que en los últimos años ha aumentado la frecuencia de las inundaciones, mientras que el 38% de las y los participantes consideran que se ha mantenido igual. Solo un 4% estima que la frecuencia de inundaciones ha disminuido en los últimos años.

Además, se perciben zonas específicas de inundación ligadas al afluente del arroyo Topo Chico y, en menor medida, a las áreas de influencia de los arroyos El Pino y La Talaverna, así como las partes bajas de las laderas del cerro Topo Chico.

Algunas avenidas tienden a ser más susceptibles, incluidas la avenida San Nicolás, Nogalar y la zona donde está ubicada la UANL. Otras zonas con riesgo de inundación incluyen la calle Tapia, el cruce de Av. Manuel L. Barragán y Av. Fidel Velázquez, además del área comprendida en las calles Insurgentes, Central, Juan Pablo II y Jorge Treviño. Se reconoce que ha habido un cambio en la tendencia de inundación, ya que zonas específicas que solían inundarse, ya no han presentado este fenómeno, por ejemplo, las calles Diego Díaz, Las Puentes y Santo Domingo.

Mapa A. Zonas con riesgo de inundación en SNG, identificadas a través del ejercicio colaborativo

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de Peligros y/o Riesgos del Municipio (UANL y FARQ, 2016) y de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021).





ii. Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático aportan una evaluación de las condiciones adversas a futuro reportadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) en su sexto informe de evaluaciones integrales sobre el cambio climático. Para evaluar el territorio municipal, en este caso se consideró información de la UNIATMOS y bases de la climatología diaria del SMN de temperaturas máximas y mínimas históricas.

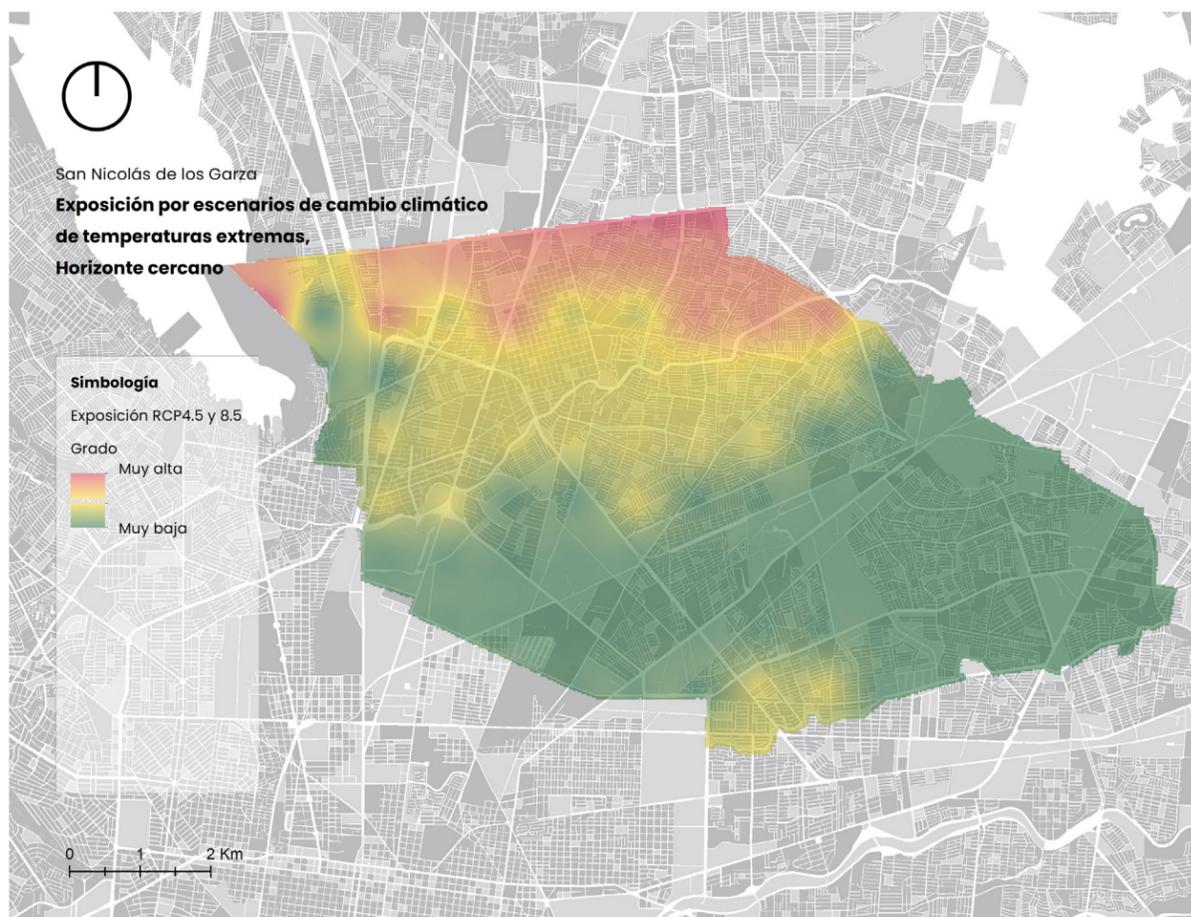
El análisis de exposición integró los escenarios de emisión RCP 4.5 y 8.5 para los horizontes a futuro cercano o corto plazo (2021-2040) y a futuro lejano o largo plazo (2081-2100), donde el primero (RCP 4.5) supone un escenario de estabilización con emisiones intermedias, y el RCP 8.5, un escenario con niveles muy altos de emisiones de GEI en el que no se apliquen medidas para reducir las emisiones globales de GEI.

Para el factor de exposición se analizan las temperaturas máximas y mínimas históricas en SNG, para contrastar los extremos debido a su gran variabilidad climática. Las temperaturas extremas pueden afectar la salud de la población, especialmente de las personas vulnerables, como las personas adultas mayores y la población infantil, o de quienes trabajan al aire libre, realizan trabajo físico intenso o padecen alguna enfermedad.

Los mapas 39 y 40 identifican las zonas más expuestas según los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de temperaturas máximas y mínimas históricas para horizontes a futuro cercano (2021-2040) y futuro lejano (2081-2100). En el escenario del horizonte cercano o corto plazo (2021-2040), se aprecian los mayores niveles de exposición al Norte del municipio, en los distritos Balcones, Casa Bella, Centro, CEDECO, El Refugio y Vicente Guerrero. En lo que respecta al escenario del horizonte lejano o de largo plazo (2081-2100), son notorios los mayores niveles de exposición al Noroeste de SNG, en los distritos Anáhuac, Residencial Anáhuac, Cuauhtémoc, Casa Bella, Centro, Industrial y Balcones.

Mapa 39. Exposición por escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de temperaturas máximas y mínimas históricas para horizonte cercano o corto plazo (2021-2040) en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de AR6-IPCC (2021), del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de UNAM y de la UNIATMOS (2022).



Mapa 40. Exposición por escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 de temperaturas máximas y mínimas históricas para horizonte lejano o largo plazo (2081-2100) en SNG

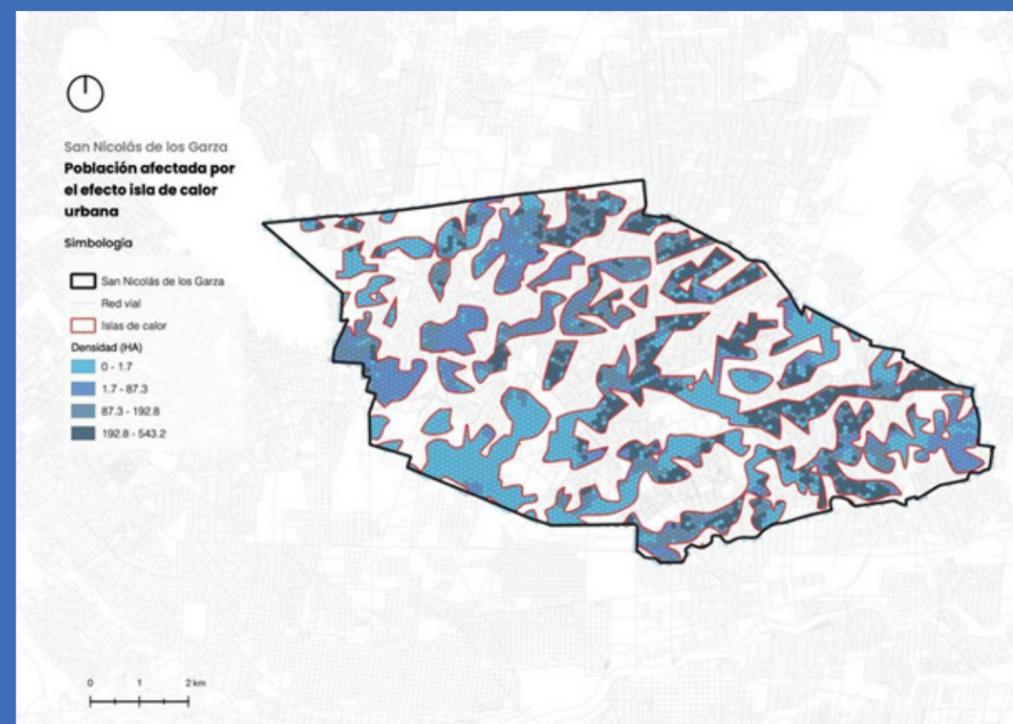
Fuente: Elaboración propia con datos de a partir de AR6-IPCC (2021), del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de UNAM y de la UNIATMOS (2022).



Población bajo riesgo por isla de calor urbano en SNG

Las islas de calor urbano se observan en el 51% de la superficie de SNG. En las manzanas con viviendas particulares habitadas, situadas en las áreas consideradas como isla de calor urbano, que cubren 13.06 km², aproximadamente 266 035 personas podrían verse afectadas, lo que corresponde al 65% de las y los residentes. La densidad media dentro de las islas de calor es de 73 hab/ha, que es superior a la media del municipio de 69 hab/ha. Del

Paseo, Pedregal, Del Vidrio, Talavera y Andalucía son los distritos afectados por las islas de calor que tienen una densidad especialmente alta (mapa B).



Mapa B. Población afectada por el efecto isla de calor urbana en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2020) y de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021).

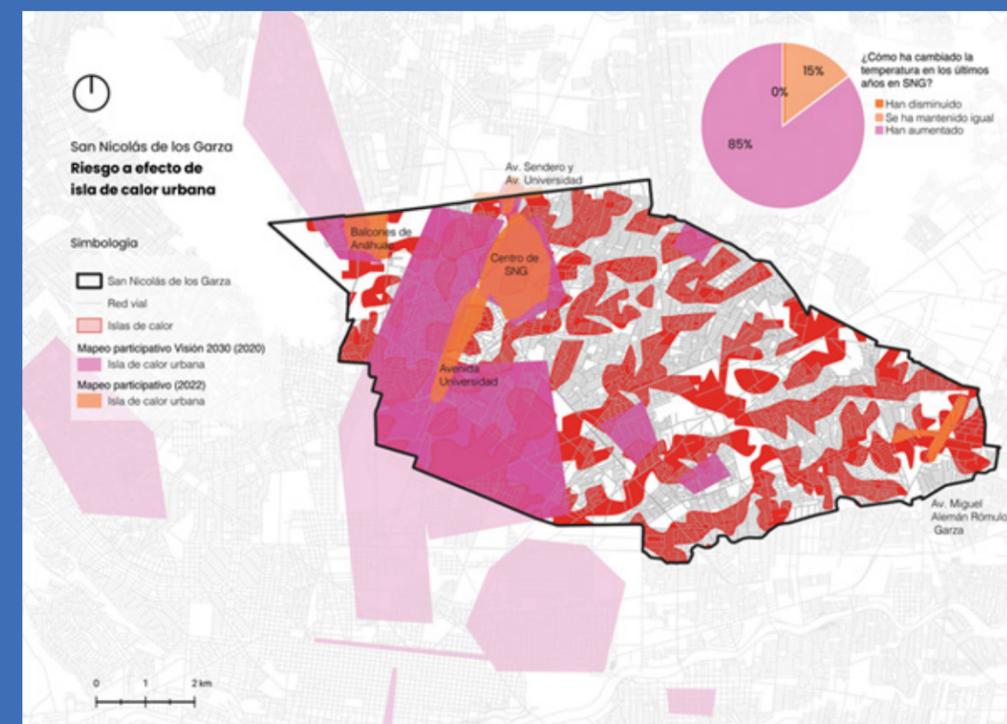
Percepción de las y los habitantes de SNG sobre los cambios en la temperatura y las islas de calor

Se percibe una temperatura mayor en la zona del centro de SNG, así como en la zona Suroeste en los distritos Industrial y Anáhuac, que se extiende de forma perpendicular hasta el distrito de Casa Bella. Los distritos Lagrange, Guerrero y Constituyentes también fueron descritos como áreas donde se perciben altas temperaturas.

En el proceso participativo del 2022 (Anexo 7.1), se identificaron zonas con altas temperaturas, las cuales en su mayoría coinciden con los resultados del 2020. Estas zonas son el centro de SNG, la cual se caracteriza por tener un uso de suelo comercial; los distritos Balcones y Anáhuac, cercanos al ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, y avenidas como Universidad y su intersección con Av. Sendero y la Av. Miguel Alemán con su intersección

en Av. Rómulo Garza. Las y los participantes indicaron que la densa carga vehicular aumenta la percepción de calor en las avenidas más congestionadas.

El 85% de quienes participaron percibieron un aumento en la temperatura en los últimos años, comparado con un 15% que percibe que la temperatura se ha mantenido igual. En el mapa C se muestran las zonas identificadas en el ejercicio de mapeo colaborativo, así como su traslape con áreas que presentan el efecto isla de calor urbano, a partir de datos de temperatura superficial satelital (ONU-Habitat, 2020) y zonas de riesgo identificadas por el municipio en el Atlas de Peligros y/o Riesgos del Municipio desarrollado por la UANL y la FARQ en 2016.



Mapa C. Área bajo riesgo por isla de calor urbana, resultados del proceso participativo

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio (UANL y FARQ, 2016) y de la Visión 2030 (ONU-Habitat, 2021).

3.3.2.Sensibilidad

El análisis del factor de sensibilidad incluyó condiciones sociodemográficas de la población como indicador de la vulnerabilidad, así como la infraestructura urbana.

i.Vulnerabilidad de la población

Las niñas, los niños y las personas adultas mayores son considerados como grupos vulnerables frente a los impactos del cambio climático o en las situaciones de emergencias, como es el caso de las inundaciones, que son de gran severidad en el municipio. Estos grupos poblacionales también tienen mayor riesgo de deshidratación ante los efectos del incremento de temperatura y las olas de calor.

Para evaluar la sensibilidad del territorio a través de la vulnerabilidad de la población, se consideraron cuatro indicadores sociodemográficos: condición de hacinamiento (promedio de ocupantes por cuarto), porcentaje de población vulnerable (infantil y adulta mayor), porcentaje de población de habla indígena y grado de marginación urbana.

Cada uno de estos indicadores se elaboraron a partir de la información geoestadística del Censo de Población y Vivienda del INEGI del 2020, considerando datos a nivel de manzana urbana. Estos reflejaron características de grupos demográficos vulnerables frente a los impactos del cambio climático o en las situaciones de emergencias derivadas de condiciones climatológicas adversas, ya que expresan limitaciones de espacio en la vivienda, mayor sensibilidad y susceptibilidad a enfermedades asociadas a la edad, limitaciones de comunicación y movilidad, y condiciones estructurales insuficientes en materia de educación, vivienda y disponibilidad de bienes.

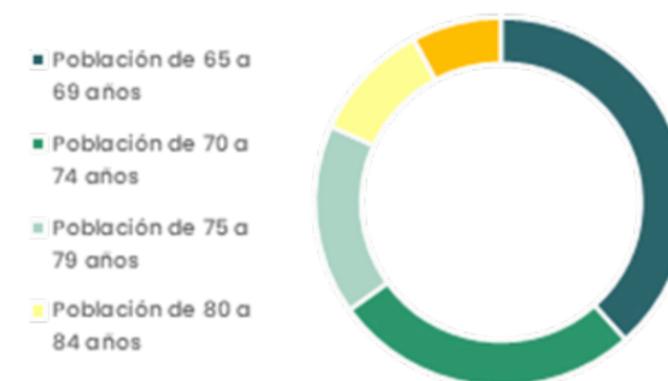
La población infantil y las personas adultas mayores presentan mayor riesgo de inconvenientes por enfermedades respiratorias, o complicaciones como la deshidratación o pulmonía ante los efectos de las temperaturas extremas, máximas y mínimas.

El censo de 2020 reporta que 67 049 residentes de SNG tienen 14 años o menos, lo que representa aproximadamente el 16% de la población del municipio. Los distritos que tienen más del 20% de su población con esta categoría de edad son Balcones, Santo Domingo, Los Nogales, Pedregal y Lagrange. Este censo también informa que 54 766 residentes de SNG tienen 65 años o más, lo que significa aproximadamente el 13%-14% de la población del municipio (Figura 35). Más del 50% de la población adulta mayor tiene entre 65 y 74 años.

Los distritos Centro y Anáhuac cuentan con una proporción muy alta de personas adultas mayores, con 23% y 25% respectivamente. Los distritos con baja proporción de este grupo etario son Balcones con 6% en la zona Noroeste, San Cristóbal con 7% y Casa Blanca con 8%.

Figura 35. Proporción de población mayor de 65 años, por rango de edad en SNG.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2020

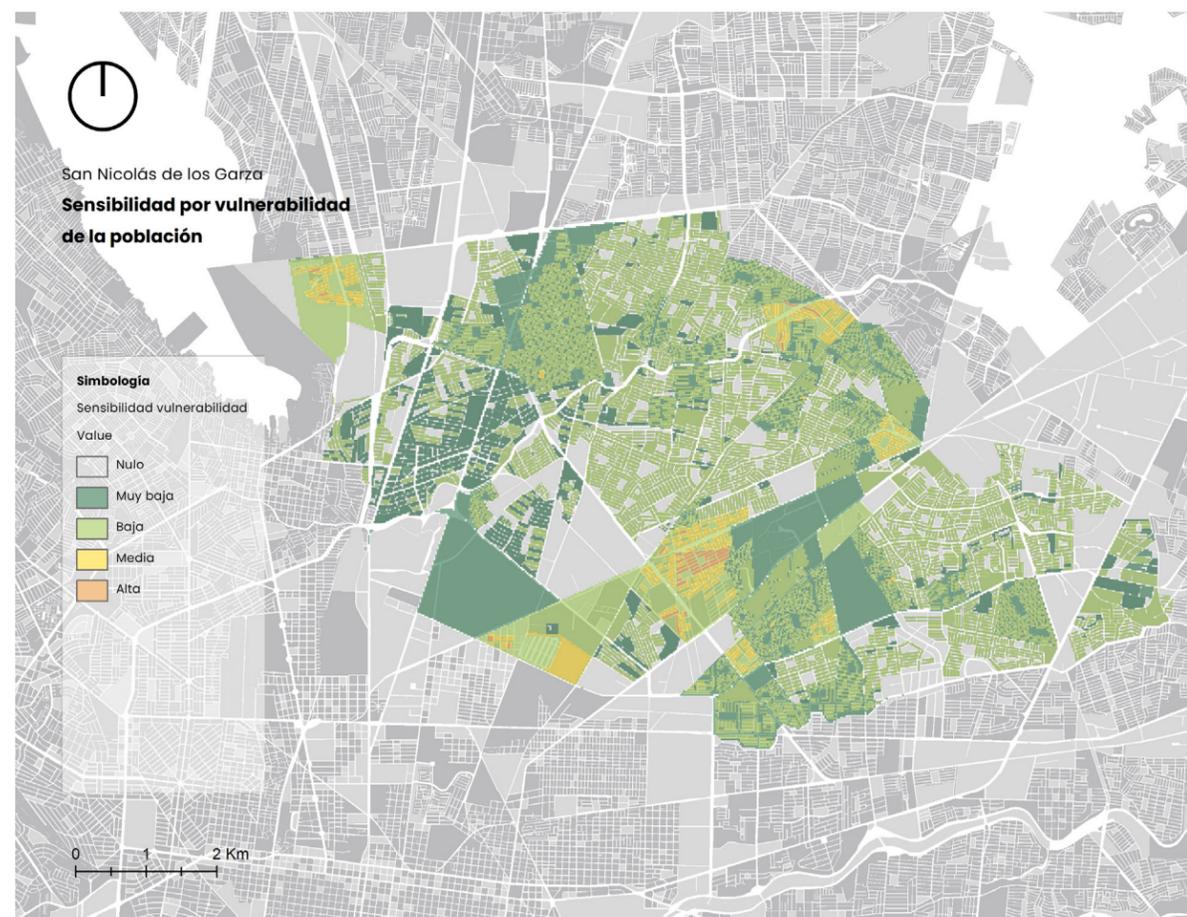


Dentro de la población vulnerable también se encuentran aquellas y aquellos residentes con algún tipo de limitación física. De acuerdo con el censo de 2020, son 17 800 residentes de SNG con alguna discapacidad, lo que corresponde aproximadamente al 4% de la población del municipio. Los distritos Las Fuentes, Centro, Constituyentes y Nogalar en el Suroeste de la ciudad tienen el mayor porcentaje de personas con discapacidad (más del 7%).

En el Mapa 44 se detallan las zonas con mayor y menor vulnerabilidad de la población; al Centro Sur, Noreste y Noroeste del municipio se presentan los mayores niveles de vulnerabilidad de SNG, en los distritos Lagrange, Pedregal, Nogalar, Industrial, Vicente Guerrero, Balcones y Constituyentes.

Mapa 41. Sensibilidad por vulnerabilidad de la población en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, 2020 del INEGI y del CONAPO (2020).



ii. Infraestructura urbana

La sensibilidad de la infraestructura urbana se abordó a través de la identificación de aquellas zonas en el territorio con alta y baja concentración de equipamiento público expuesto, coberturas constructivas, suelos antropizados (índice de cobertura de suelo), densidad de giros económicos y áreas con fragilidad en el material de las viviendas (tipología de la vivienda).

La infraestructura urbana puede verse muy afectada por los fenómenos climáticos, lo que podría disminuir la capacidad de respuesta ante estos eventos. El equipamiento público expuesto incluye a las escuelas y hospitales del municipio, identificados en el Atlas de Riesgos para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (2021) como "equipamiento expuesto ante la incidencia de fenómenos perturbadores".

En San Nicolás de los Garza, 111 escuelas están situadas en polígonos destacados como islas de calor urbano, 130 en zonas de riesgo de inundación y 61 en áreas bajo riesgos por islas de calor y por inundación. Solamente 108 escuelas de la ciudad se localizan en áreas sin ningún riesgo importante. Además, algunos edificios escolares carecen de ventanas adecuadas o de condiciones de sombra, lo que podría representar problemas de alta temperatura interior y falta de ventilación.

En el municipio, 4 de los 13 hospitales identificados se sitúan en islas de calor urbano: se trata del Instituto Mexicano del Seguro Social 65, los Servicios Integrales Nova de Monterrey, el Christus Muguerza Hospital San Nicolás y la Dirección de Salud Pública de San Nicolás de los Garza. Tres hospitales están en zonas con riesgo de inundación: el Hospital Roble, el Hospital UMI y la Unidad Médica de Especialidades San Nicolás.

En caso de inundación, las vías terrestres pueden quedar bloqueadas durante días. En SNG, cerca de 500 km de vías se encuentran en zonas de riesgo de inundación, lo que corresponde al 44% del total de la red vial. La mayoría de las afectaciones se reportan en calles (77%), seguidas de avenidas (18%) como la Av. Jorge Treviño y Av. Cristina Larralde, cerca del arroyo Topo Chico, la avenida República Mexicana en el Norte, la Av. Juan Pablo II y la Av. Nogalar Sur.

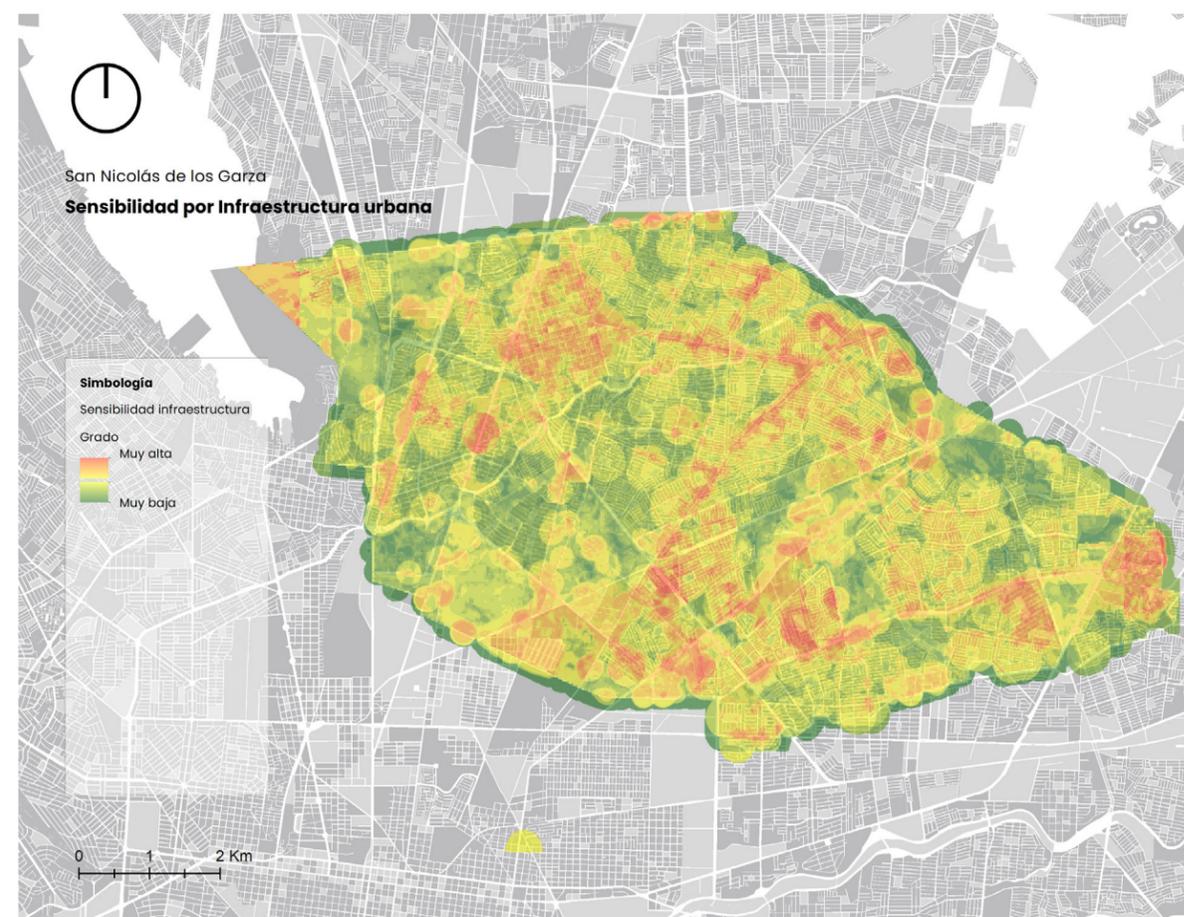
El sistema de drenaje también se ve impactado por las inundaciones, ya que en SNG para el trazo del drenaje pluvial se utilizaron los arroyos Topo Chico, Los Pinos y La Talaverna, por lo que el agua pluvial termina integrándose a los afluentes de los arroyos. Dentro de la zona de riesgo de inundación, la longitud total del sistema de drenaje es de 102 km, lo que representa aproximadamente el 67% del sistema de drenaje de SNG. Además, la mayor parte del municipio está cubierta por superficies selladas, que impiden que el suelo ejerza sus capacidades de filtración y retención de agua, sobre todo en el Centro y Norte del territorio, zonas que contienen suelos con mayores capacidades de retención y filtración de agua.

Para caracterizar la sensibilidad de la infraestructura urbana, la tipología de la vivienda se integró como un indicador que evalúa las condiciones de fragilidad del material de la vivienda de un determinado territorio, y se analizaron muros, techos, cimentación y altura, siguiendo la metodología del CENAPRED (2014) de la "Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y de Riesgos-Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social". Adicionalmente, la información a nivel de manzana urbana se obtuvo del Atlas de Riesgos para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 2021. El índice de cobertura de suelo se consideró a partir de una estimación basada en una imagen Sentinel-2 para el reconocimiento de coberturas de suelo con alto grado de reflectancia y para identificar coberturas constructivas y suelos antropizados. La densidad de giros económicos permitió detallar el grado de densidad Kernel sobre puntos integrados como parte del DENUE (2023) para el municipio de SNG.

La integración de la información anterior en el Mapa 42 permite apreciar en color rojo las zonas con alta concentración de infraestructura y en azul aquellas de baja densidad, lo que indica que los distritos Lagrange, Constituyentes, Nogalar, Centro, Industrial, Pedregal, La Fe, Santo Domingo, Vicente Guerrero, Del Paseo, El Refugio y Talaverna concentran la mayor sensibilidad por infraestructura urbana en SNG.

Mapa 42. Sensibilidad por infraestructura urbana en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de Riesgos para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (2021), Sentinel-2 (2021) y del DENUE (2023).

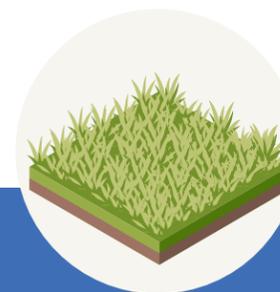


3.3.3. Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa se analizó considerando la presencia de ecosistemas, las condiciones socioeconómicas de la población y las posibilidades para una respuesta efectiva frente a los cambios del clima. A continuación, se describe brevemente cada uno de estos elementos.

i. Ecosistemas

La capacidad adaptativa ante el cambio climático de un determinado territorio está condicionada en parte por los ecosistemas y servicios ambientales que presenta, ya que contribuyen a la regulación climática; por ello, identificar la presencia o ausencia de ecosistemas naturales en el municipio resulta de gran relevancia. Para evaluar esta categoría en el análisis de vulnerabilidad, se emplearon dos indicadores: distancia de ecosistemas a áreas públicas y presencia de vegetación (evaluada con el índice de vegetación de diferencia normalizada NDVI).



Espacios identificados por las y los habitantes de SNG que brindan valiosos servicios ambientales

Durante el taller colaborativo (Anexo 7.1), se señalaron parques de gran importancia por los servicios que prestan, como el Parque Lineal Anáhuac, el Gran Parque San Nicolás, el Parque Las Arboledas, el Parque Lineal República Mexicana y Ciudad Universitaria. Es relevante destacar que estos espacios están cercanos al canal del arroyo

Topo Chico, el cual también fue considerado infraestructura azul primordial para el municipio. Otros espacios de infraestructura azul mencionados fueron los arroyos Los Pinos y La Talaverna, así como el estanque en el Gran Parque San Nicolás (Mapa D).

Mapa D. Elementos de infraestructura verde y azul identificados a través del mapeo participativo

Fuente: Elaboración propia con datos del proceso participativo y del Municipio de SNG (2022).

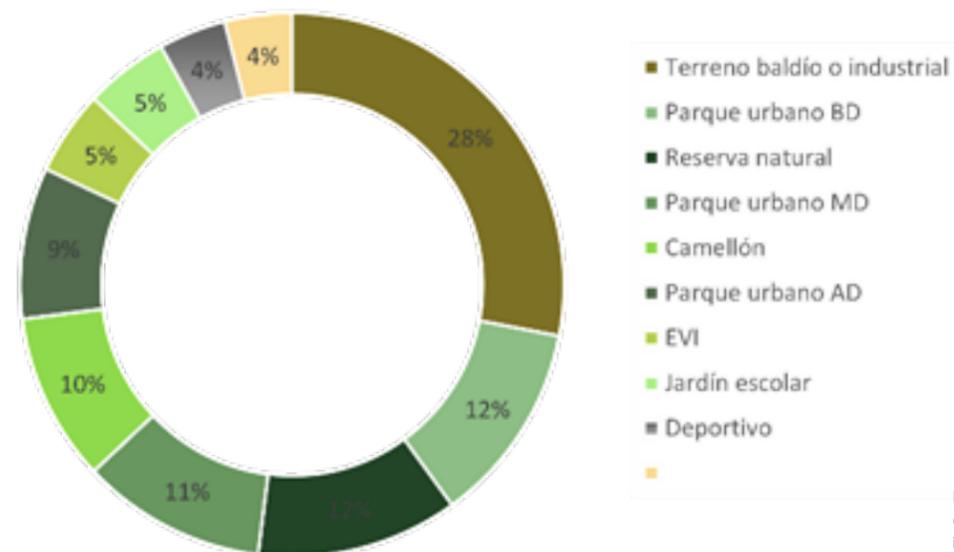
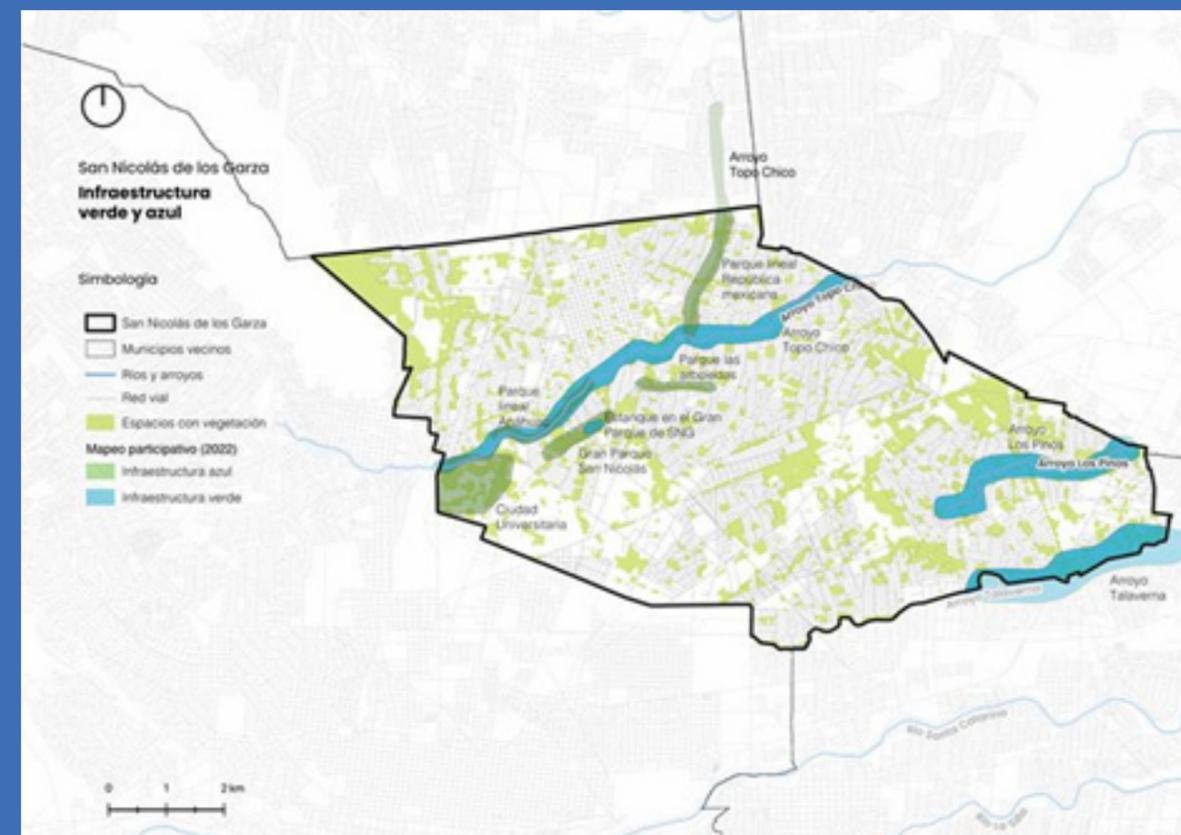


Figura 36. Distribución porcentual de elementos por tipo de infraestructura verde en el territorio de SNG

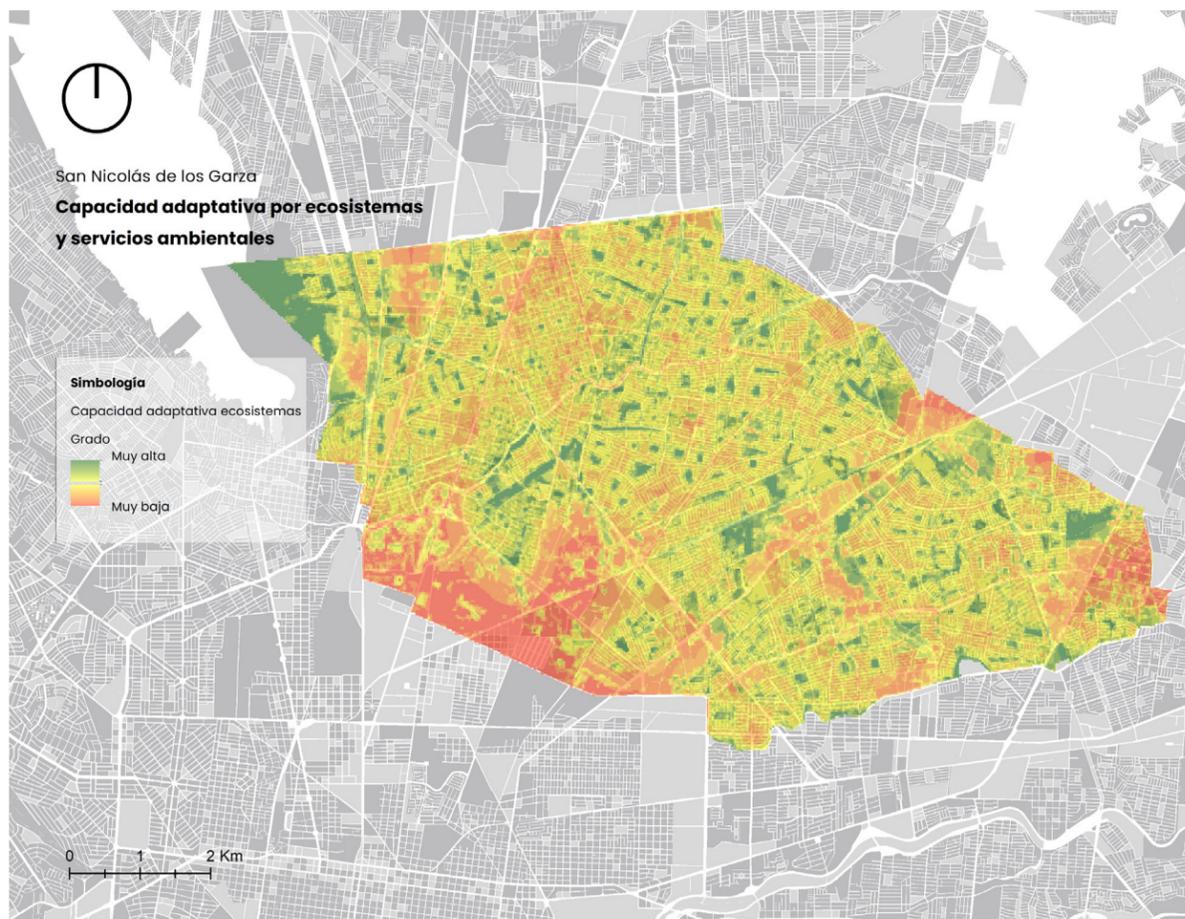
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2020) y de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021).



En el Mapa 43 se muestra la distribución de los ecosistemas naturales dentro del municipio: con color azul se indican las que presentan mayor proporción en las superficies identificadas y con color café se señalan aquellas zonas con déficit de este tipo de áreas. Los distritos con mayor capacidad adaptativa por ecosistemas son Balcones, Residencial Anáhuac, Cuauhtémoc, Jardines de Anáhuac, Del Paseo, Las Puentes, Lagrange, Casa Blanca, San Cristóbal, Casa Bella y Santo Domingo.

Mapa 43. Capacidad adaptativa por ecosistemas y servicios ambientales en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno Municipal e imagen de Sentinel-2 (2021).



ii.Capacidad por condiciones socioeconómicas de la población (educación, salud, vivienda, empleo e ingresos)

La capacidad adaptativa de la población se asocia con las condiciones de la población para hacer frente a un siniestro y está condicionada por algunas de las características socioeconómicas. El nivel de capacidad que la población de SNG asume en este aspecto se evalúa a través de las condiciones en materia de educación, salud, servicios en la vivienda y empleo e ingresos.

En el bienestar personal de la población y en la capacidad de reaccionar o prevenir impactos derivados de eventos extremos del clima, influye la educación de las comunidades. Por ello, se consideran los indicadores de porcentaje de analfabetismo, porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela y grado promedio de escolaridad para medir la vulnerabilidad o capacidad que la población del municipio presenta para hacer frente a siniestros.

El contar con acceso a asistencia médica en hospitales facilita la respuesta oportuna en caso de emergencias ante los impactos de un evento extremo o cambios del clima. El acceso a servicios de salud es un elemento esencial para la capacidad adaptativa de una población; a mayor acceso, correspondería mayor capacidad adaptativa. También debe considerarse la proporción de la población con algún tipo de discapacidad y limitación en la actividad.

Las viviendas con acceso a servicios de agua, saneamiento y electricidad podrían tener ventajas para enfrentar afectaciones por cambios del clima. Si bien el acceso a estos servicios no exime el riesgo de interrupción de estos, es importante conocer la cobertura de servicios básicos para identificar zonas más sensibles que otras. Por ello, se toman en cuenta como parte de la capacidad adaptativa los indicadores de porcentaje de viviendas sin servicios de agua entubada, drenaje, electricidad y el porcentaje de viviendas con piso de tierra.



240

El poder adquisitivo de las personas permite enfrentar situaciones imprevistas relacionadas con eventos extremos del clima o contar con capacidad de inversión para adecuar viviendas o adquirir materiales y tecnología que reduzcan la temperatura de interiores, durante la incidencia de temperaturas extremas, por ejemplo. Esta variable se evalúa mediante los indicadores de Razón de dependencia y Tasa de desempleo abierto.

En San Nicolás de los Garza, debido a su alto índice de urbanización, la mayoría de la población y de las viviendas cuentan con una cobertura de acceso a servicios que oscila entre el 86% y el 100%, según el censo de 2020. La educación también es un aspecto con gran acceso entre la mayoría de las y los habitantes de la ciudad, no obstante, existen áreas con desempleo e insuficientes servicios de salud. El porcentaje de la población no derechohabiente es uno de los indicadores con mayores deficiencias dentro de SNG.



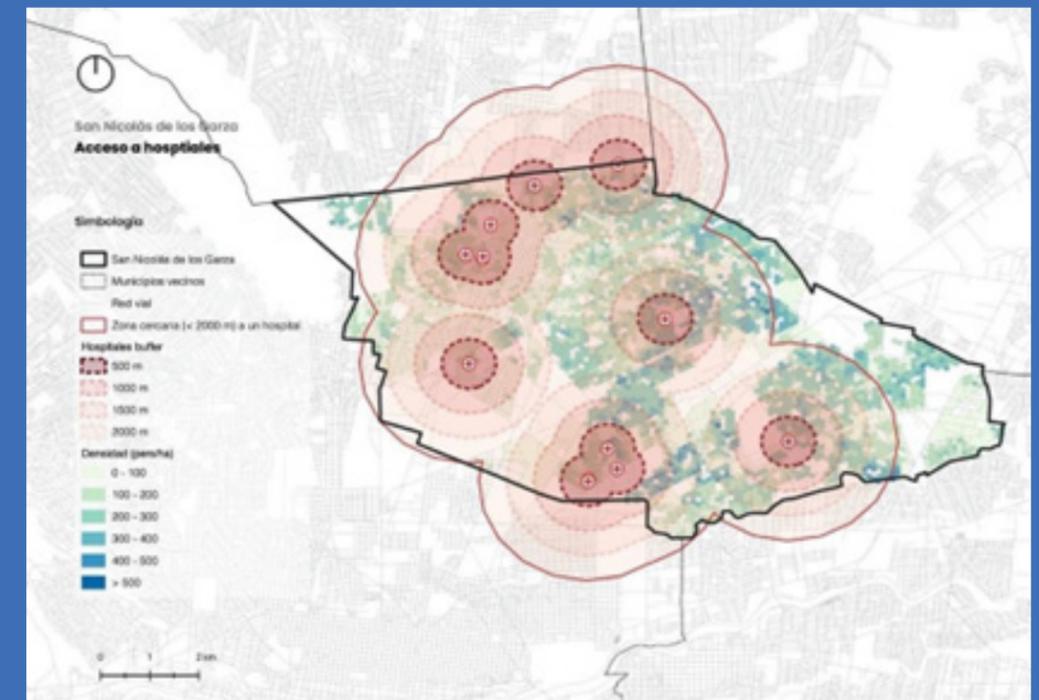
Algunos indicadores que determinan la capacidad adaptativa en SNG

- La mayor parte de la población mayor de 12 años se encuentra ocupada, un 97.69% respecto a la población total.
- La media de años de estudio en SNG es de 11.92. Destaca la zona Oeste por concentrar la mayor población con 13.8 a 19 años de estudio.
- SNG cuenta con 13 hospitales: 8 hospitales generales privados, 4 hospitales generales públicos y 1 hospital de especialidades público.
- Son 364 712 personas las que tienen un acceso relativamente fácil a los hospitales, lo que corresponde a un 89% de la población.
- El 84% de la población, aproximadamente 346 247 personas, están afiliadas a algún tipo de seguro social enfocado a la salud.
- Al 2020, únicamente el 8.28% de la población contaba con cisterna, aljibe o tinaco en su vivienda.
- En los distritos Lagrange, Santo Domingo e Industrial, se registran de 7000 a 8000 casas que carecen de infraestructura para el almacenamiento de agua

241

Mapa E. Distribución de áreas con acceso rápido a unidades médicas en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2020) y de la ciudad de SNG, 2022.



Condiciones de conectividad mediante transporte público

En San Nicolás de los Garza, el número de personas que se encuentra en un rango de 300 m (para el transporte público de ruta de baja capacidad) y 500 m (para el transporte masivo, incluyendo el metro, transmetro y ecovía) cercanas a una parada de transporte público es de 343 714 habitantes, lo que corresponde al 83% de la población total.

Aunque la infraestructura del transporte público responde a la demanda en referencia a la densidad poblacional en SNG, existen 180 estaciones del servicio de transporte público ubicadas en zonas

con riesgo de inundación, lo que representa el 45% de las estaciones del municipio.

El transporte público de ruta es el de mayor exposición al riesgo de inundación con 136 estaciones, lo cual podría llegar a afectar a 43 347 personas usuarias, seguido por las líneas del Transmetro Las Puentes y Santo Domingo, cuyas afectaciones pueden llegar a 16 y 17 estaciones, y a 51 160 personas usuarias para el Transmetro las Puentes y 50 423 usuarios para el Transmetro Santo Domingo.

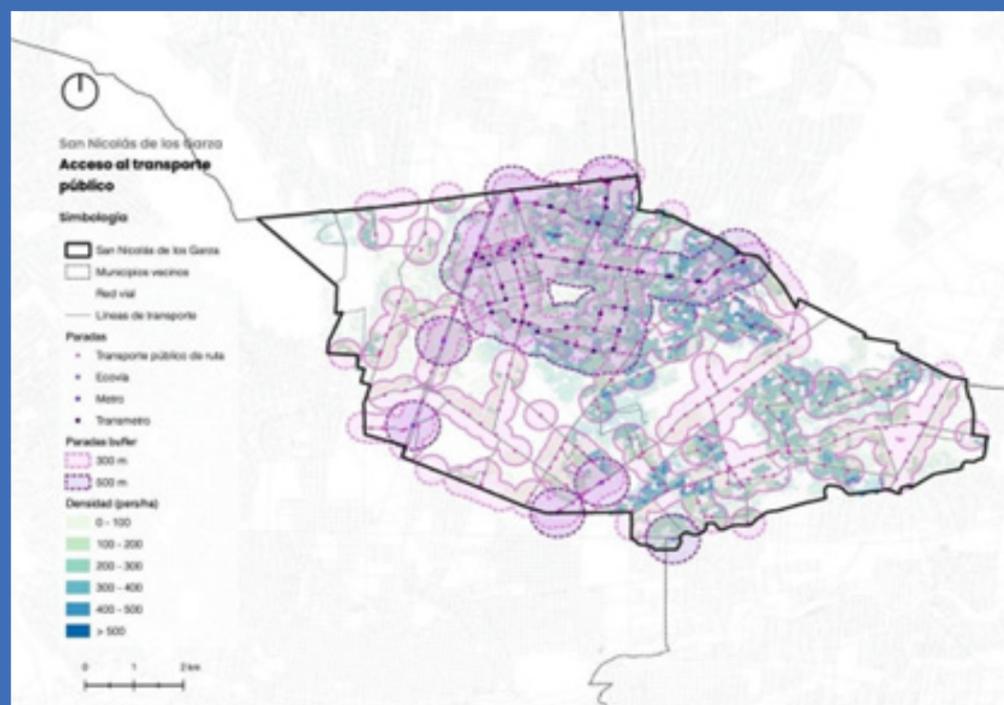
Acceso a refugio temporal

Se estima que el número de personas que habita en zonas de riesgo de inundación es de 261 134, lo que corresponde al 63% de la población municipal. En San Nicolás de los Garza existen dos centros de refugio: uno con capacidad para 20 personas (Centro Comunitario Unidad Laboral) y otro para 50 personas (Centro Comunitario Constituyentes de Querétaro).

Considerando las manzanas que están dentro del radio de servicio localizado entre los 500 y 2000 m de los refugios, son 185 392 personas las que tienen un acceso relativamente cercano a los refugios, esto corresponde a un 45% de la población del municipio. Sin embargo, el 18% de la población que habita en áreas con riesgo de inundación se

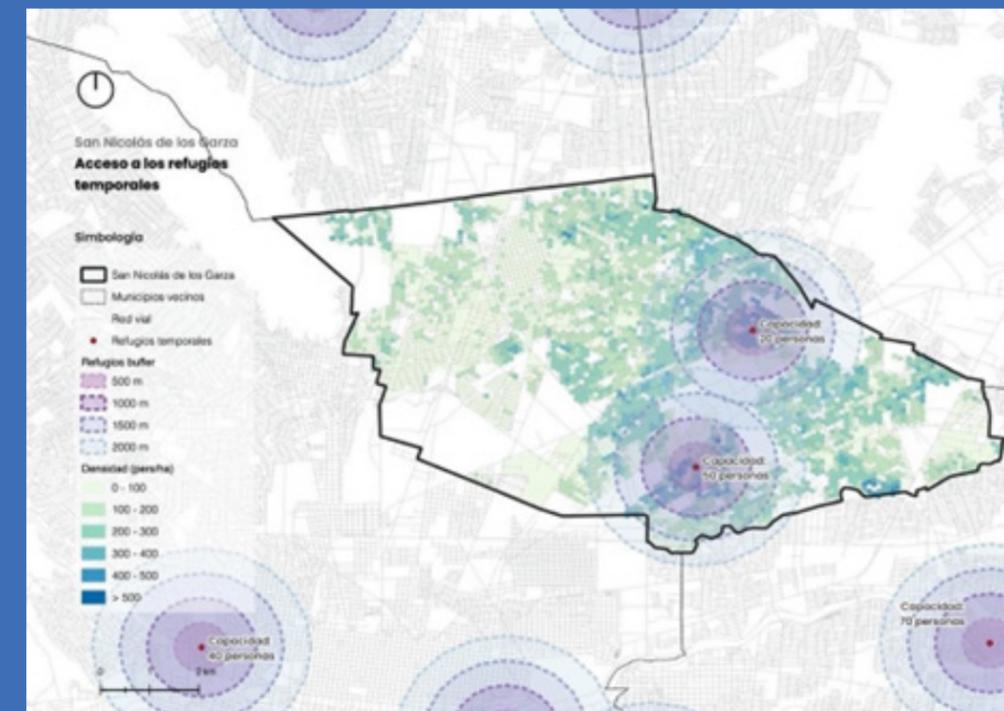
encuentra lejana a un refugio temporal (mapa G).

Protección Civil y Bomberos de SNG cuenta con 47 elementos que prestan atención 24 horas al día en caso de emergencia, 2 centros de atención a la población y 1 flota vehicular que incluye unidades todo terreno y de ataque rápido, ambulancias y autobuses de bomberos. Además de realizar simulacros, Protección Civil lleva a cabo dos eventos anuales para informar a la población sobre medidas de prevención de riesgos relacionados al clima, uno en temporada de lluvia y otro en temporada invernal. Estos eventos se suman a campañas fijas para capacitar a la población, centros educativos y empresas.



Mapa F. Acceso al transporte público por tipo y densidad de la población en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de la Imagen Satelital de Google Earth, 2022.



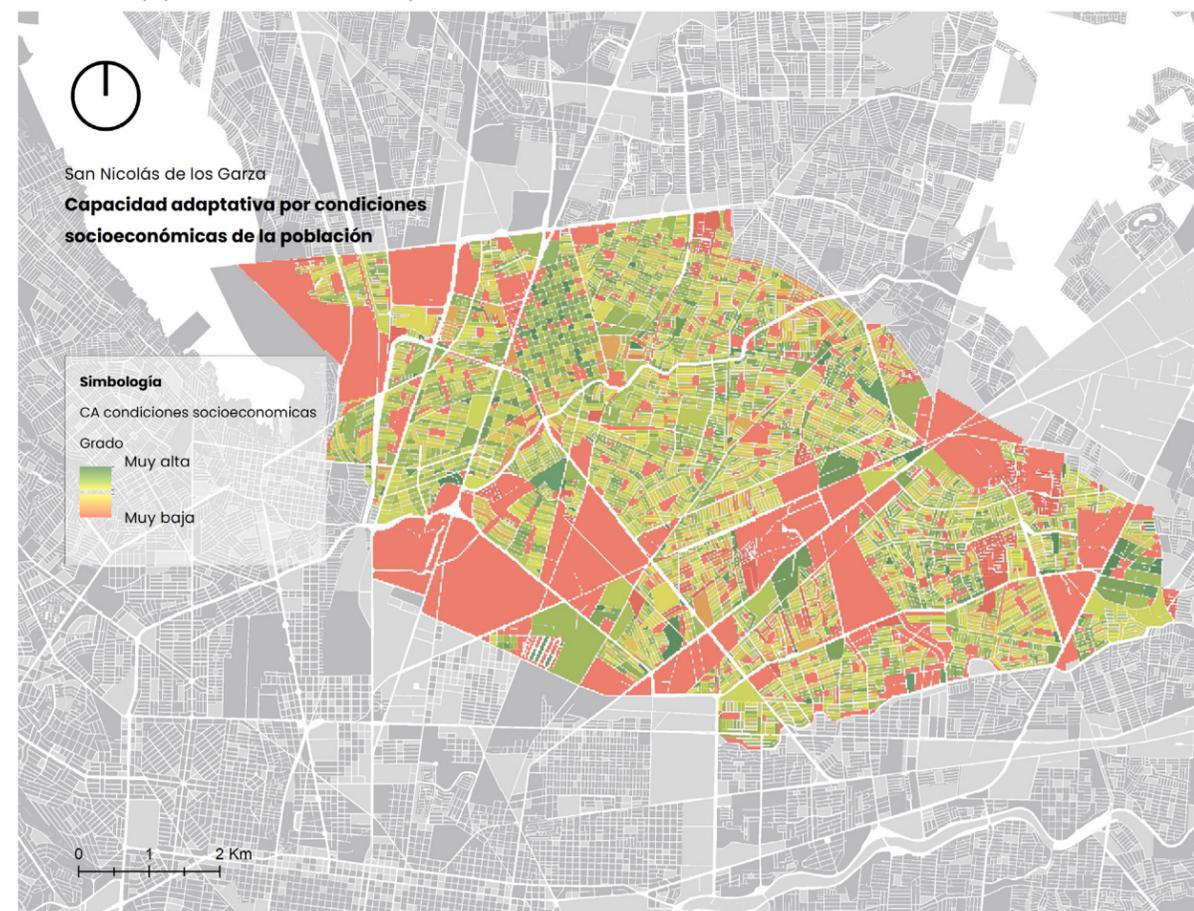
Mapa G. Acceso de la población a refugios temporales en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2020)

Por lo anterior, la mayoría del territorio presenta condiciones Altas y Muy Altas (colores verde y azul en el Mapa 44) de Capacidad adaptativa por condiciones socioeconómicas de la población. No obstante, como se aprecia en el siguiente mapa, a nivel manzana urbana, existen zonas con niveles Medios, Bajos y Muy Bajos (tonos amarillos a café) dentro del municipio. Son los distritos Lagrange, Nogalar, Constituyentes, Del Vidrio, Talaverna, Vicente Guerrero, Casa Blanca, Pedregal, El Refugio y CEDECO, los que presentan varias manzanas urbanas con condiciones socioeconómicas deficientes, por tanto, cuentan con menores capacidades adaptativas para enfrentar el posible impacto derivado del cambio climático en sus territorios.

Mapa 44. Capacidad adaptativa por condiciones socioeconómicas de la población (educación, salud, vivienda, empleo e ingresos) en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, 2020 del INEGI, 2020.



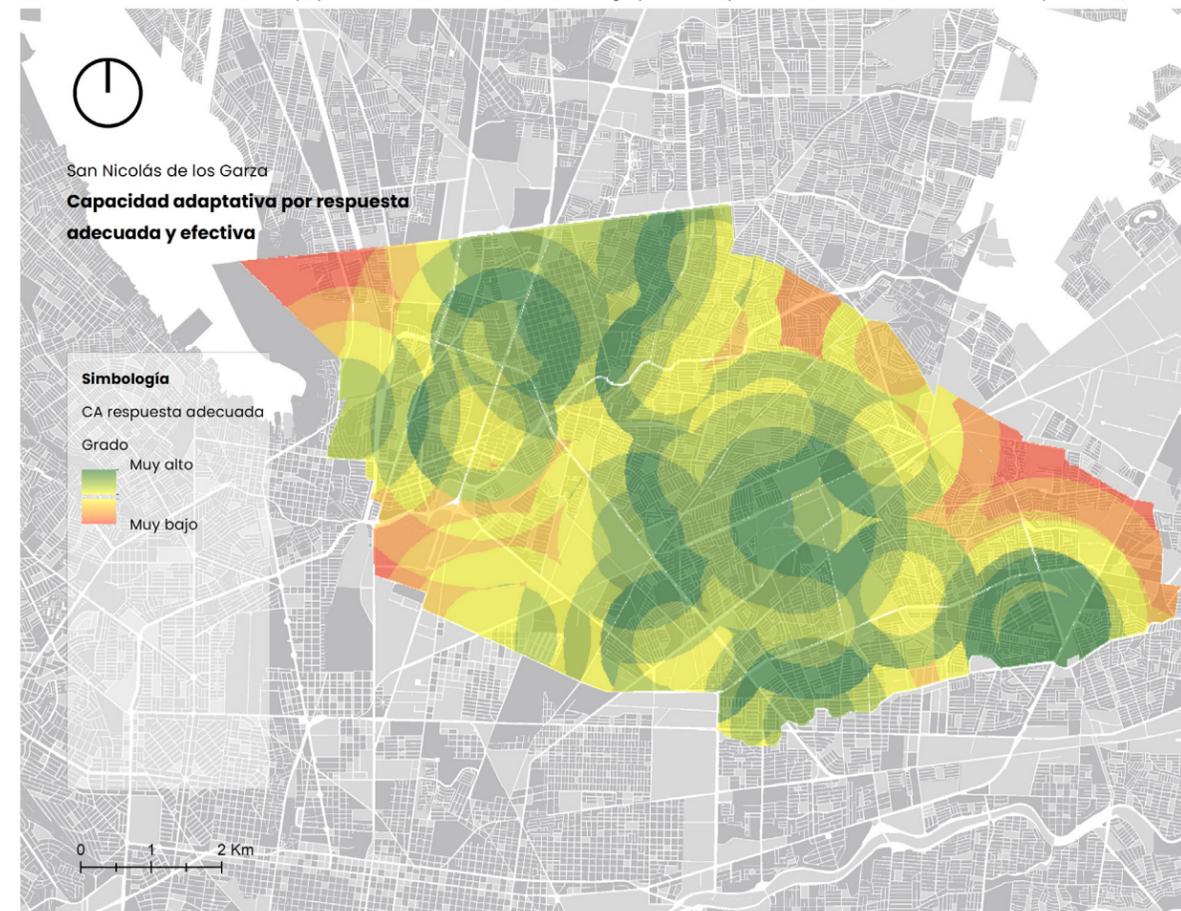
iii. Respuesta adecuada y efectiva

Para la respuesta oportuna ante eventos climáticos extremos que pueden derivar en desastres, se considera relevante el acceso de la población a equipos de comunicación, rutas de movilización suficientes hacia unidades médicas y a los servicios de emergencias. El posible impacto de fenómenos extremos, como es el caso de las lluvias atípicas que derivan en inundaciones, puede ocasionar que las y los habitantes deban desplazarse hacia refugios temporales o requieran atención adecuada a sus posibles afectaciones.

El Mapa 45 muestra el acceso de la población de SNG a unidades médicas y a diferentes servicios de emergencias, sitios de impartición de justicia o de seguridad pública, así como los de atención a la salud. Los distritos con menor capacidad de respuesta son los periféricos, y los de mayor cobertura y acceso a los puntos citados son los céntricos.

Mapa 45. Capacidad adaptativa por respuesta adecuada y efectiva en SNG

Fuente: Elaboración propia con datos de información del Atlas de Riesgos para el Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 2021 y del DENUE (INEGI, 2023).



3.3.4. Índice de vulnerabilidad climática municipal y por distrito

Para la formulación del índice de vulnerabilidad climática se eligieron 30 indicadores: 7 de exposición, 8 de sensibilidad y 15 de capacidad adaptativa (Tabla 19), agrupados en 7 categorías que componen los 3 factores para la estimación de la vulnerabilidad ante el cambio climático (Figura 37). Del análisis de estos factores se obtuvo un indicador promedio para representar geográficamente las zonas de alta exposición, alta sensibilidad y alta capacidad de adaptación, para así generar un índice de vulnerabilidad climática final. Asimismo, se obtuvo un indicador medio por distrito. En el Anexo 7.4 se presentan mapas temáticos que muestran la descomposición y detallan la metodología utilizada para cada indicador.

La estimación del factor “exposición” se realizó considerando dos horizontes temporales: a corto plazo (2021-2040) y a largo plazo (2081-2100). Esta evaluación se basó en la información de los escenarios de cambio climático, que incluyen temperaturas extremas (máximas y mínimas), así como la suma de la intensidad de los principales peligros naturales registrados en el municipio (inundaciones, sequías y heladas). La medición de la exposición busca identificar las áreas del territorio que podrían experimentar mayores impactos debido al cambio climático y los fenómenos relacionados en los horizontes cercano y lejano. Esto proporciona un detalle de las zonas que podrían ser más vulnerables en términos de afectaciones causadas por estos cambios.

A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada factor y la estimación del índice de vulnerabilidad climática.



Figura 37. Estructura del análisis de vulnerabilidad al cambio climático de SNG

Fuente: Elaboración propia.



i. Resultados por factor

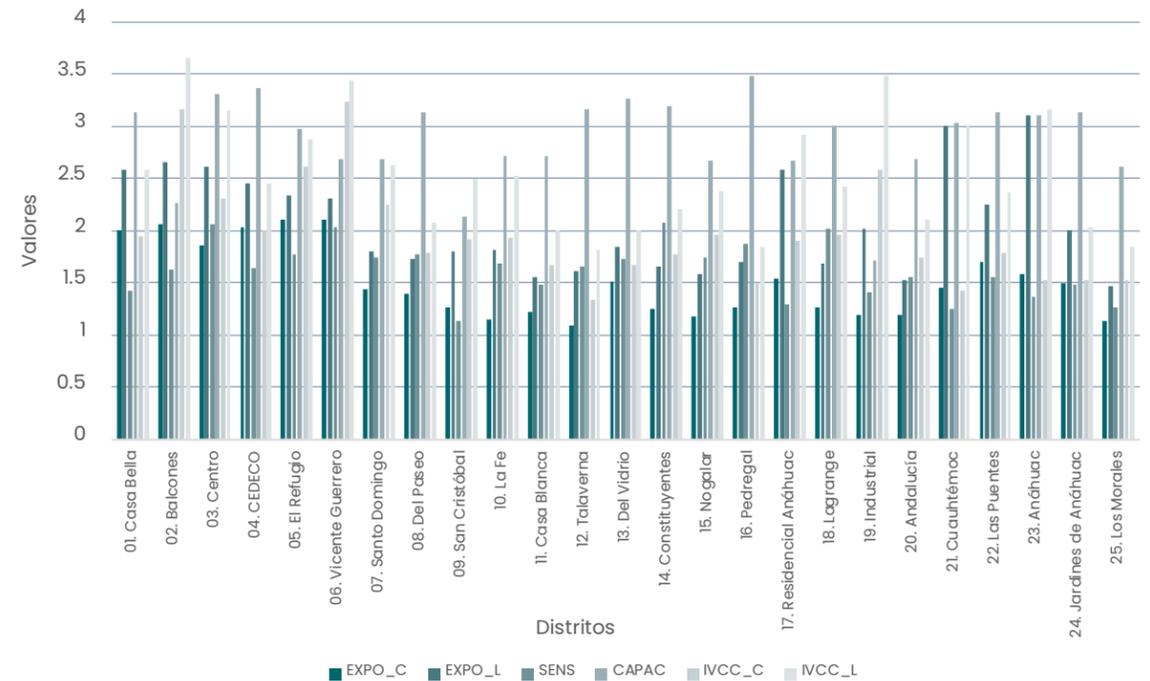
Se encontró que la capacidad adaptativa de SNG supera la exposición y la sensibilidad climática; de manera coherente, la exposición incrementa en el escenario lejano en el municipio y se observa una sensibilidad relativamente baja en el territorio conforme al tipo de asentamiento que es SNG y su urbanidad. Los distritos con mayor exposición en el horizonte cercano se ubican en el norte de SNG: Vicente Guerrero, El Refugio, Balcones y CEDECO, mientras que para el horizonte lejano los distritos con mayor exposición son Anáhuac, Cuauhtémoc, Balcones y Centro, lo que se explica por la incidencia de altas temperaturas en el horizonte lejano.

Los distritos con mayor sensibilidad son Pedregal, Centro, Vicente Guerrero y Lagrange, donde se concentran tanto las mayores condiciones de vulnerabilidad de la población como la presencia de equipamientos y mayor densidad de utilización del territorio. La mayor capacidad adaptativa se expresa en los distritos Pedregal, CEDECO, Centro y Del Vidrio, mientras que los de menor capacidad adaptativa son Industrial, Balcones y San Cristóbal.

En términos de vulnerabilidad, al horizonte cercano los distritos con mayor intensidad son Vicente Guerrero, Balcones, El Refugio e Industrial; en el horizonte lejano a la lista se unen los distritos Anáhuac y Centro como aquellos con mayor vulnerabilidad ante la variabilidad térmica esperada a largo plazo (Figura 38).

Figura 38. Resultados de exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad climática por distrito en SNG

Fuente: Elaboración propia.





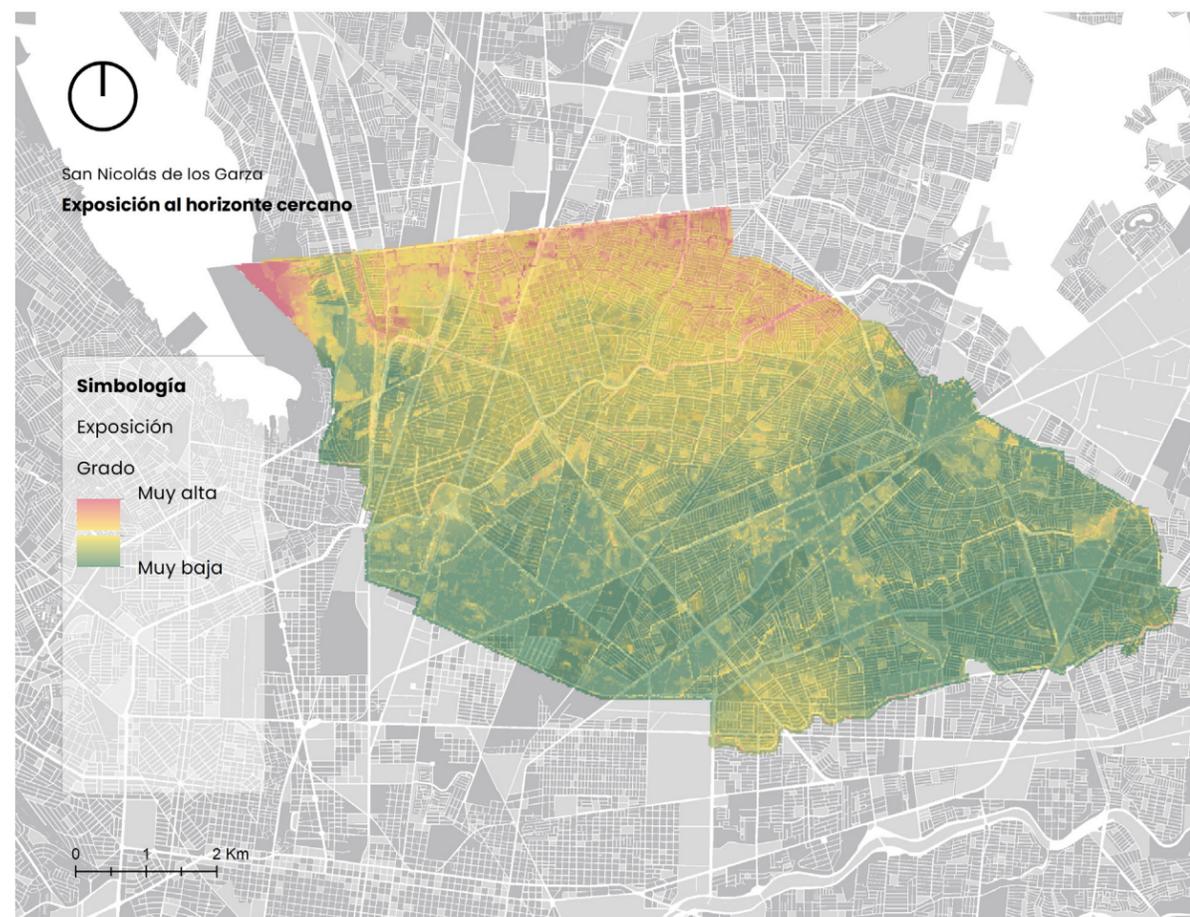
A) *Exposición*

En el horizonte cercano se observa que la fracción Norte del territorio de SNG se encuentra altamente expuesta a peligros hidrometeorológicos y escenarios de cambio climático asociados a temperaturas máximas y mínimas extremas, así como a la incidencia de sequías y heladas. A su vez, se aprecian los cauces de los arroyos como factores de exposición en la porción central del territorio por las inundaciones y desbordamientos de El Pino y Topo Chico. En el horizonte cercano se define claramente el Norte de SNG como más expuesto que el Centro del territorio (Mapa 46).

En el horizonte lejano, por el contrario, se aprecia un incremento en la exposición de la porción centro-occidental del municipio, en los distritos Anáhuac y Cuauhtémoc, que responde a la intensificación de las temperaturas máximas extremas para los escenarios lejanos, pero también a la disminución de la intensidad de las temperaturas mínimas. SNG es un territorio que tiende a la intensificación de las temperaturas cálidas, así como al aumento de las temperaturas mínimas, lo que se expresará de forma más intensa en la porción central (Mapa 47).

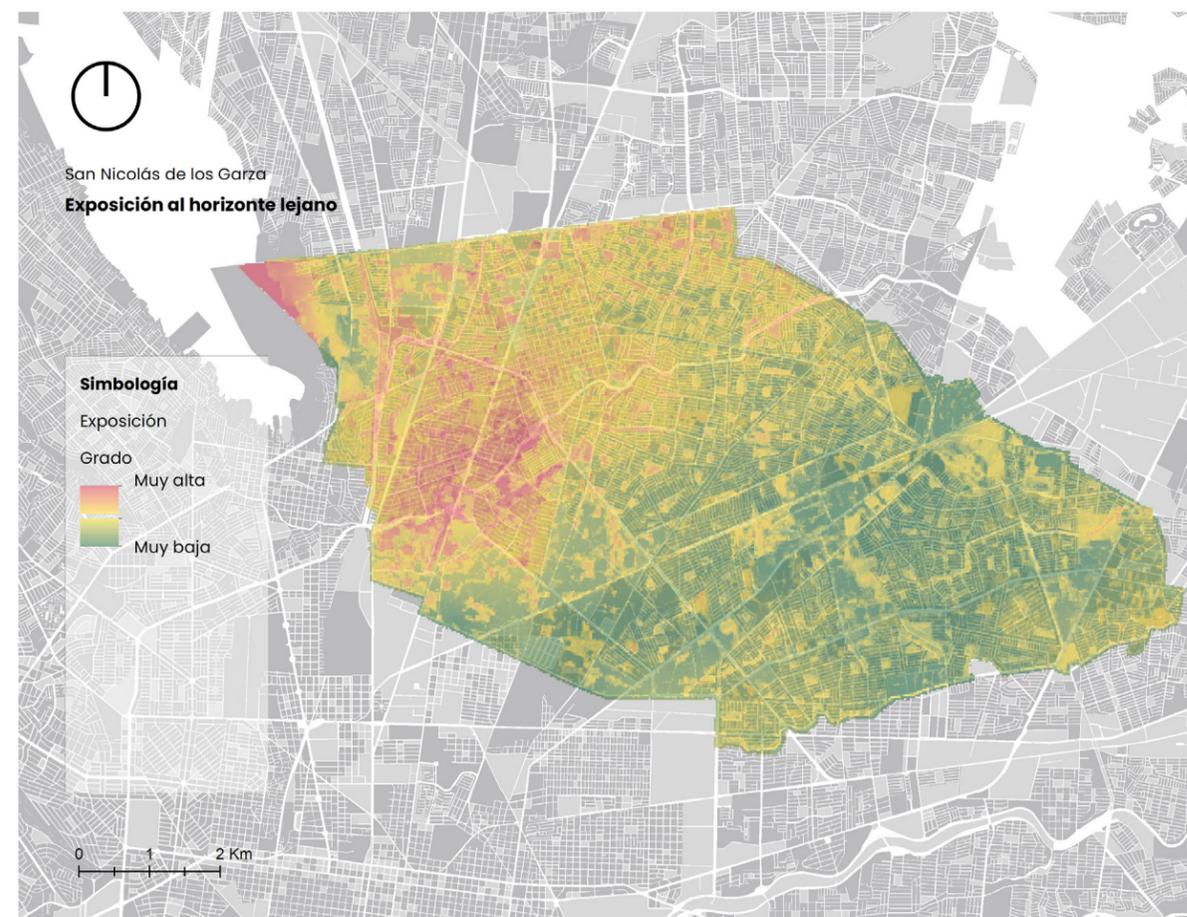
Mapa 46. Exposición al horizonte cercano

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 47. Exposición al horizonte lejano

Fuente: Elaboración propia.



En suma, es primordial entender el cambio de la exposición dentro del territorio de San Nicolás de los Garza para tomar acciones efectivas en materia de implementación de infraestructura verde que ayude a mejorar la presencia de servicios ambientales en las áreas más expuestas y así reducir los posibles impactos sobre la población que se proyectan en el horizonte lejano. Es de particular preocupación lo que expresan los escenarios de cambio climático para SNG en cuanto a mayor ocurrencia de altas temperaturas en combinación con la reducción de la precipitación media anual, lo que coloca al municipio ante un fenómeno de desertificación potencial, que determina la urgencia de proteger los pocos servicios ambientales presentes en el territorio y a la definición de acciones para extender dichos servicios ambientales en las áreas más expuestas, para los horizontes cercano y lejano.

B) Sensibilidad

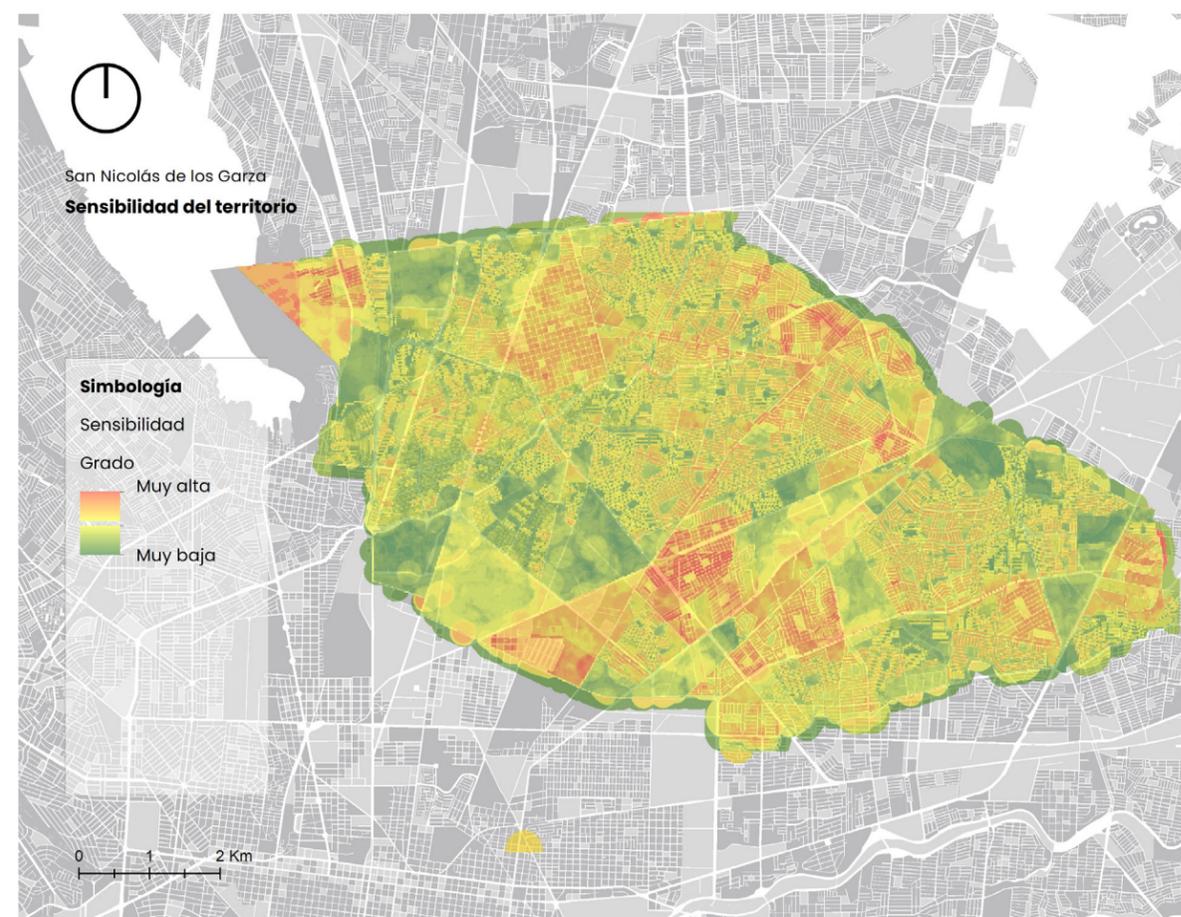
Si bien la sensibilidad en San Nicolás de los Garza no llega a ser muy alta, sí se percibe una importante concentración de equipamiento y actividades económicas que le imprimen sensibilidad asociada a la intensidad de ocupación o antropización. Este hecho se enfatiza más en el distrito Lagrange, el cual concentra una gran parte de los giros económicos. Las condiciones de vulnerabilidad de la población acentúan la sensibilidad en el distrito Balcones, dada la tipología estructural de la vivienda que presenta una mayor sensibilidad. Por su parte, las condiciones estructurales del distrito Industrial le imprimen, en su porción Sur, una mayor sensibilidad al cambio climático por el grado de antropización del territorio y la ausencia de áreas verdes.

La mayor sensibilidad en SNG se expresa en los corredores de mayor ocupación territorial que circundan el centro del territorio. Para el horizonte cercano es coincidente una mayor sensibilidad y exposición en los distritos Vicente Guerrero, El Refugio y Centro. Conforme al esquema de ocupación del suelo actual, la mayor actividad económica no se concentra en el distrito Centro, sino en los distritos Pedregal y Lagrange, lo que también es significativo para entender el grado de sensibilidad del territorio (Mapa 48).



Mapa 48. Sensibilidad para el territorio de SNG

Fuente: Elaboración propia.



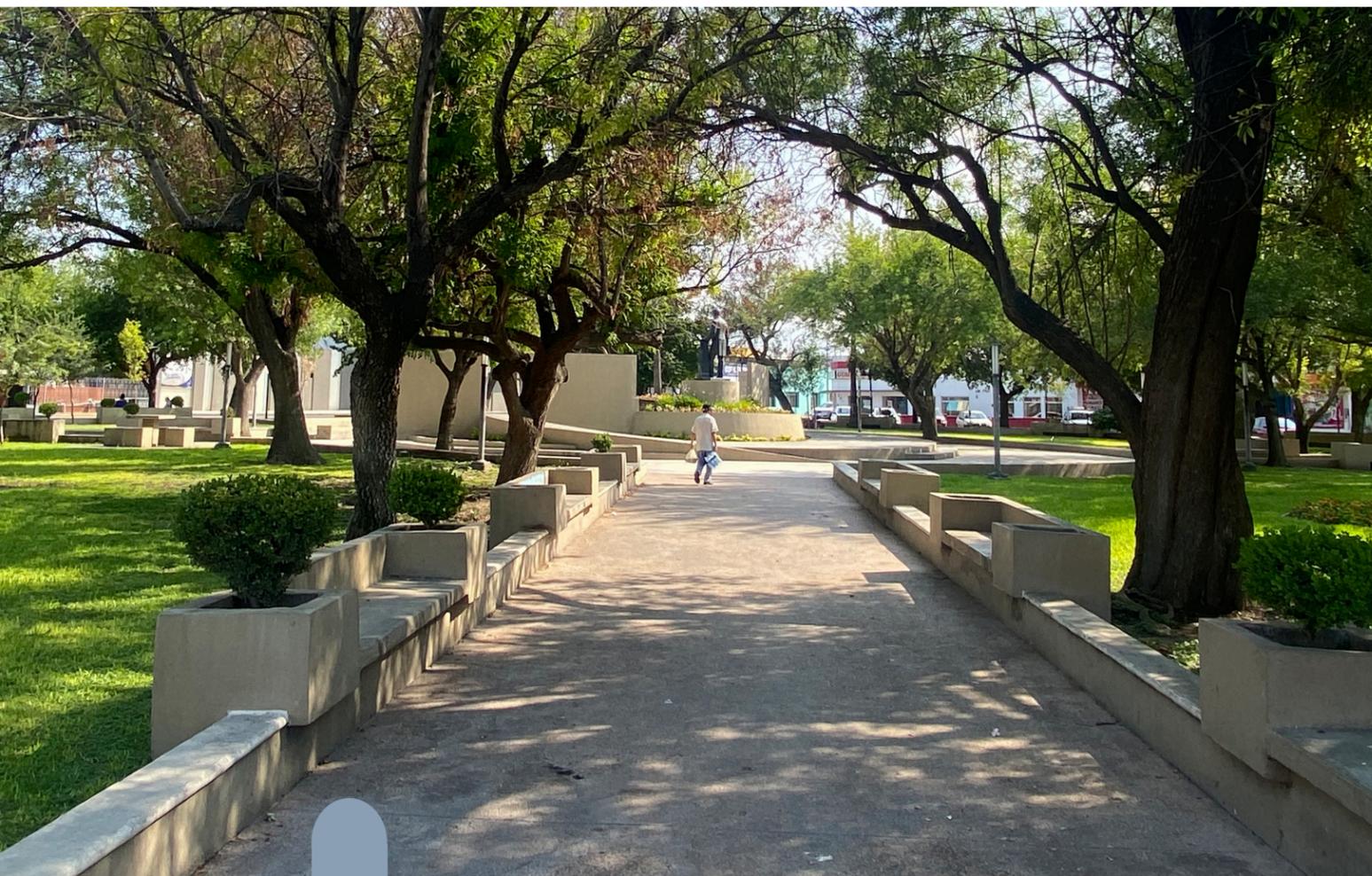


C) Capacidad adaptativa

Evaluada a partir de la capacidad individual de la población, la presencia de ecosistemas y servicios ambientales, así como de la respuesta adecuada y efectiva ante siniestros, se aprecia mayor capacidad adaptativa en las zonas más centrales y residenciales del municipio, y menor capacidad adaptativa en las periferias, principalmente al Suroeste y al Este del municipio; destaca la poca capacidad adaptativa de los asentamientos cercanos al cerro Topo Chico (Mapa 56).

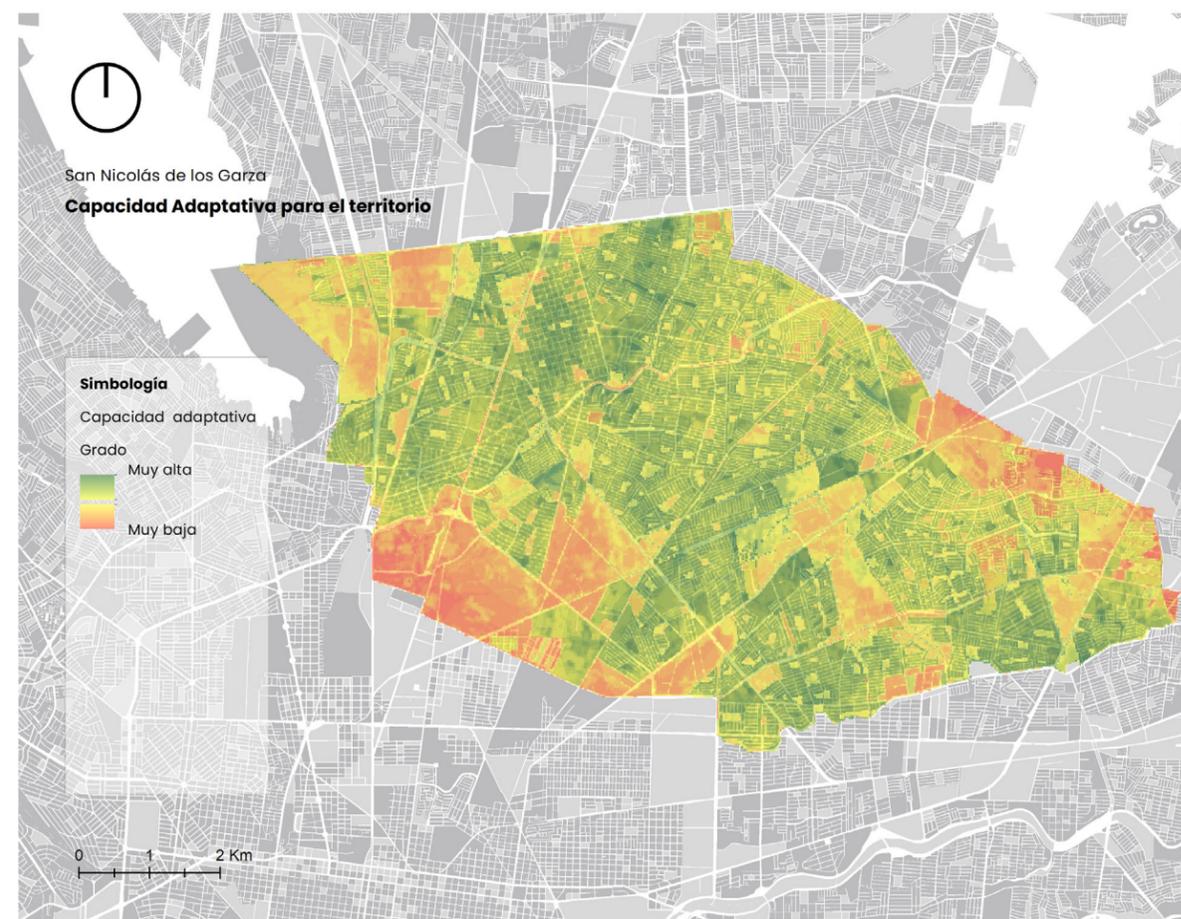
Los distritos Centro y CEDECO son los de mayor capacidad adaptativa al Norte del municipio, ya que comparativamente se encuentran más preparados para resistir a la exposición en el horizonte cercano que Balcones y Casa Bella, mientras que, en la zona con mayor sensibilidad, los distritos Pedregal, Lagrange y Del Paseo poseen una mayor capacidad adaptativa.

El distrito con menor capacidad adaptativa es el Industrial, donde la ausencia de población explicaría su baja calificación en términos de capacidades de la población, la falta de áreas verdes y una baja respuesta efectiva, lo que igualmente define baja capacidad adaptativa en los distritos San Cristóbal y Santo Domingo.



Mapa 49. Capacidad adaptativa para el territorio de SNG

Fuente: Elaboración propia.



ii. Vulnerabilidad climática

Para construir el índice de vulnerabilidad climática se integraron los resultados de los factores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Los factores de exposición y sensibilidad son proporcionales a la vulnerabilidad, es decir, mientras mayor sea la exposición y la sensibilidad del territorio, mayor será la vulnerabilidad. La capacidad adaptativa se incrementa en el territorio al presentar condiciones que reducen su vulnerabilidad, esto es, entre menor vulnerabilidad, mayor será la capacidad adaptativa frente a cambios del clima (para detalles metodológicos ver Anexo 7.4).

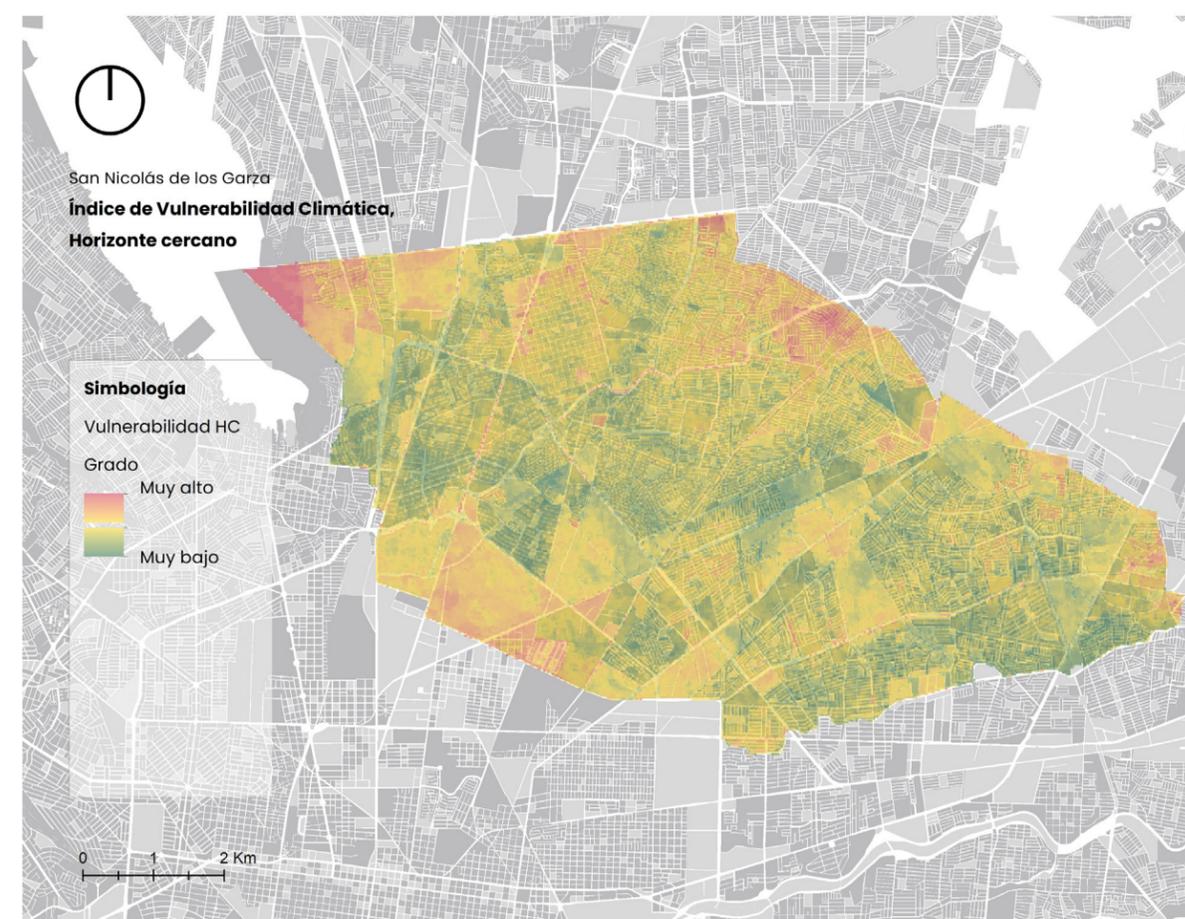
En la integración del índice de vulnerabilidad se consideraron igual de importantes los tres factores (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa), por lo que la condición final de vulnerabilidad climática se analizó cartográficamente integrando cada factor y, posteriormente, clasificando el resultado en una misma escala definida por cortes naturales. Para evidenciar los cambios del horizonte cercano al horizonte lejano, se empleó el factor exposición a dos horizontes de tiempo a futuro. Cuando es mayor el peso de la capacidad adaptativa en el indicador final que los pesos de la exposición y la sensibilidad, se reduce el nivel de vulnerabilidad; por ello, los distritos Casa Bella, CEDECO, Pedregal y Del Paseo presentan baja vulnerabilidad, pues cuentan con mayores niveles de capacidad adaptativa que de exposición y sensibilidad.

Los mapas 50 y 51 integran las diferencias en vulnerabilidad frente al cambio climático al interior de los distritos, para apreciar el detalle y la heterogeneidad de la valoración de vulnerabilidad aún dentro de estas demarcaciones administrativas. Por su parte, los mapas 52 y 53 reflejan la condición de vulnerabilidad prioritaria que asume la mayoría del territorio de cada distrito, para orientar aquellas zonas de SNG que necesitan implementar mayores medidas de adaptación para reducir su vulnerabilidad climática futura.

La normalización por distrito permitió identificar el grado de vulnerabilidad climática en categorías simples, donde se ve la diferencia de la vulnerabilidad entre los horizontes cercano y lejano; los distritos Industrial, Balcones y Vicente Guerrero son los de mayor vulnerabilidad en SNG.

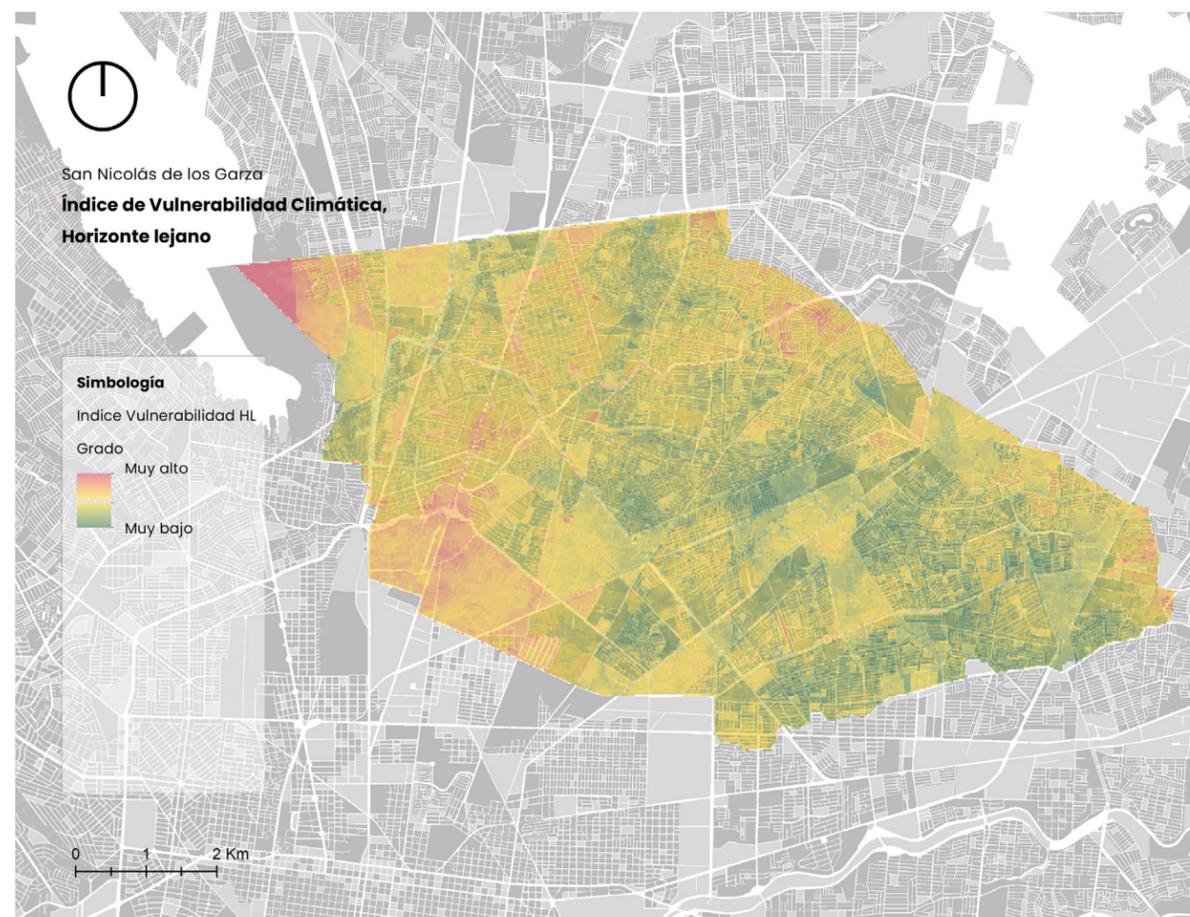
Mapa 50. Índice de vulnerabilidad, horizonte cercano

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 51. Índice de vulnerabilidad, horizonte lejano

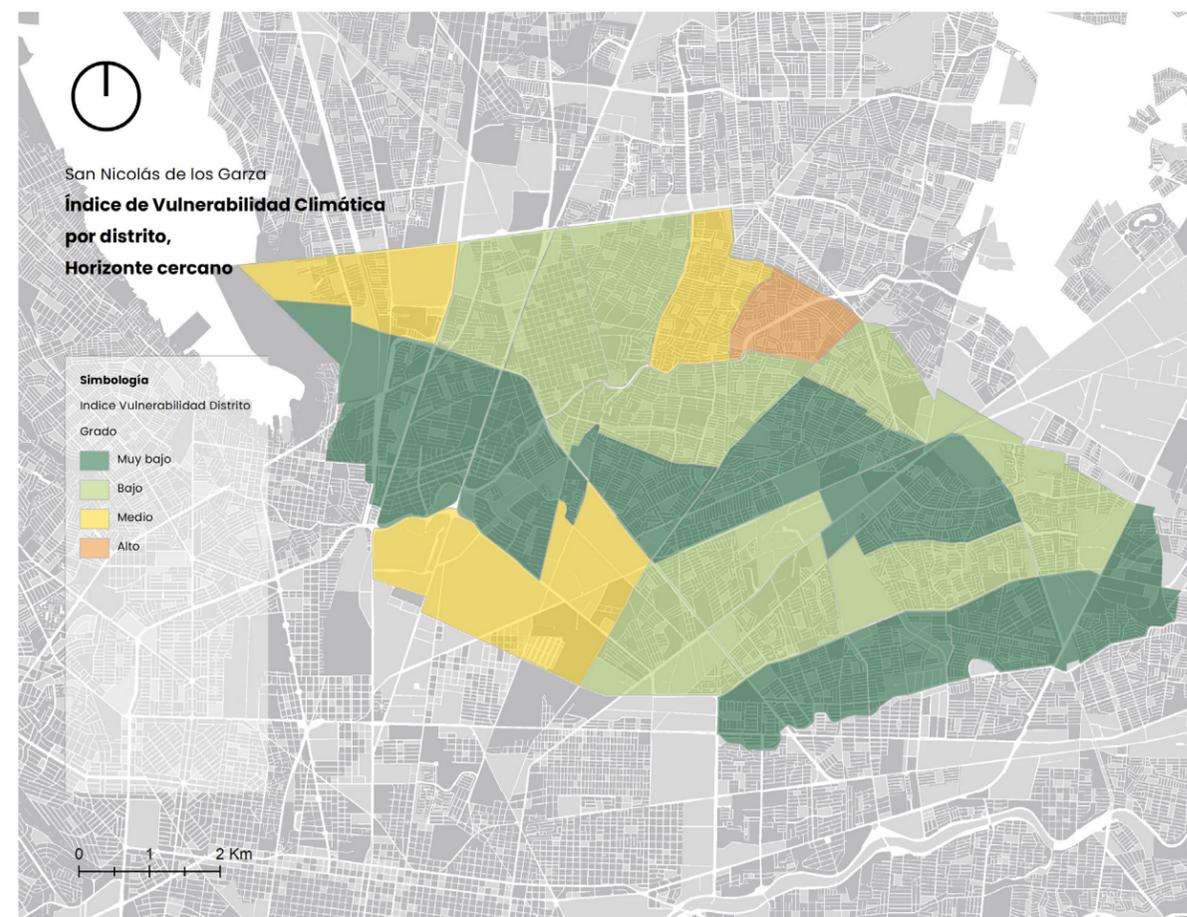
Fuente: Elaboración propia.



258

Mapa 52. Índice de vulnerabilidad por distrito, horizonte cercano

Fuente: Elaboración propia.



259

Los mapas finales de vulnerabilidad climática permiten identificar las zonas de mayor o menor vulnerabilidad frente a cambios del clima, con el fin de priorizar acciones dentro del municipio. La vulnerabilidad climática Muy Alta supone una combinación de niveles más altos de exposición y de sensibilidad, así como de niveles más bajos de capacidad adaptativa. Una síntesis de los distritos con valores más altos y más bajos de cada factor y de los índices de vulnerabilidad climática para los dos horizontes de tiempo se aprecia en la Tabla 20.

Mapa 53. Índice de vulnerabilidad por distrito, horizonte lejano

Fuente: Elaboración propia.

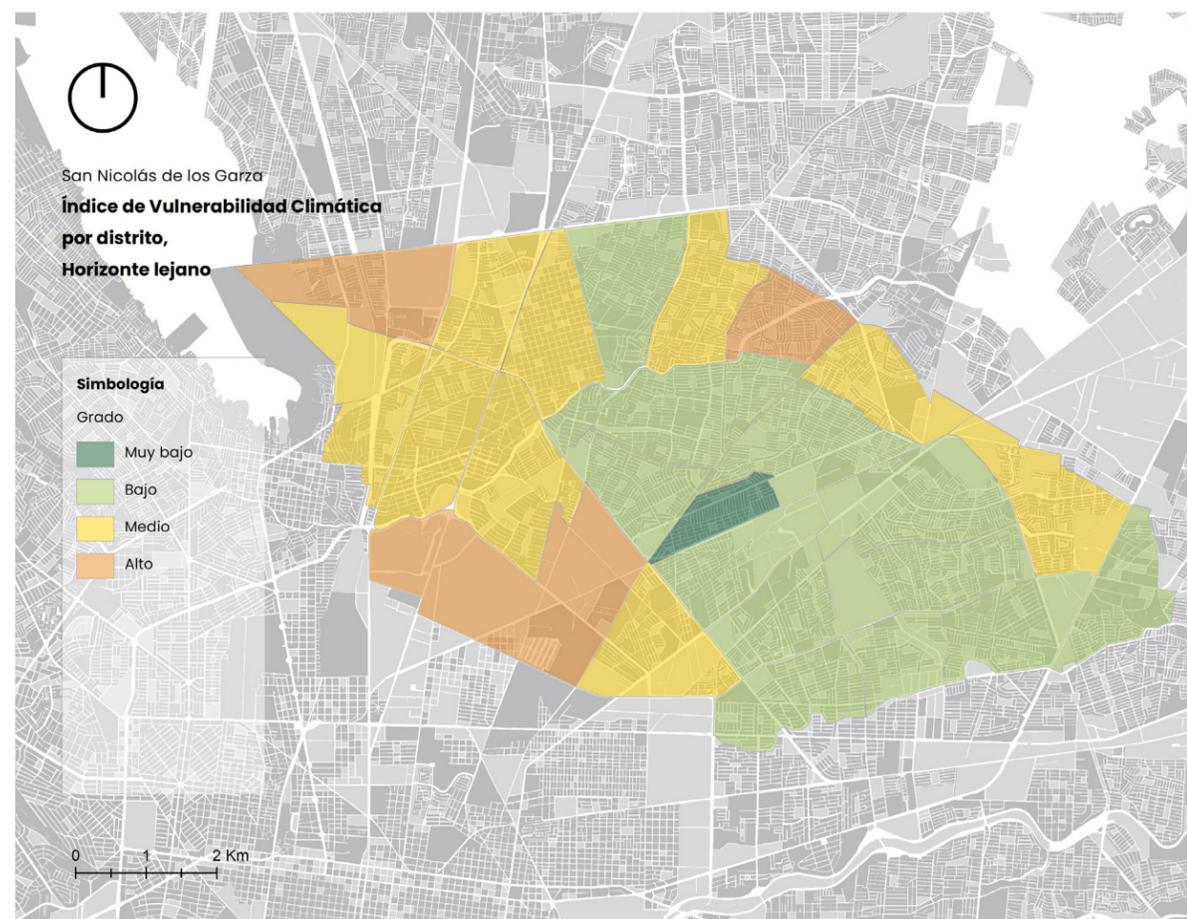


Tabla 20. Relación de distritos de acuerdo con los resultados de los factores de exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y del índice de vulnerabilidad climática en SNG

Fuente: Elaboración propia.

		Distritos índice más alto	Distritos índice más bajo
 Exposición	Horizonte cercano	Balcones, CEDECO, El Refugio, Vicente Guerrero, Casa Bella y Centro	Los Morales, Talavera, La Fe.
	Horizonte lejano	Balcones, Cuauhtémoc, Anáhuac.	Los Morales, Talavera, La Fe, Andalucía.
 Sensibilidad		Lagrange, Pedregal, Vicente Guerrero, Balcones, Constituyentes, parte de Industrial y Residencial Anáhuac.	San Cristóbal, Los Morales.
			Centro, CEDECO, Casa Bella, Constituyentes, Pedregal, Lagrange, Del Paseo.
Índice de vulnerabilidad climática	Horizonte cercano	Vicente Guerrero	Del Vidrio, Los Morales, Talavera, La Fe, Residencial Anáhuac, Anáhuac, Cuauhtémoc, Jardines de Anáhuac, Pedregal, Del Paseo, Casa Blanca
	Horizonte lejano	Vicente Guerrero	Pedregal



4. Ruta para la Acción Climática

La acción climática se entiende como el conjunto de medidas y soluciones implementadas por diversos actores tanto del sector público como del sector privado, para la reducción de emisiones a la atmósfera, para la adaptación ante los impactos del clima y para avanzar hacia una economía baja en carbono y resiliente al clima.

La Ruta para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza consta de dos grandes apartados. En el primero se describen algunos aspectos metodológicos que permitieron el diseño de estrategias tales como: 1) una breve revisión de instrumentos de gestión relacionados con la temática a distintos niveles de decisión, 2) la valoración de algunas líneas de acción contenidas en dichos instrumentos, para su posible aplicación a la escala municipal y 3) el método aplicado para un ejercicio de consulta con agentes clave, que permitió recuperar información adicional a la obtenida mediante el diagnóstico técnico-participativo, y así enriquecer las propuestas de acción.

El segundo apartado de esta Ruta se conforma por las orientaciones estratégicas de política pública para la Acción Climática de la EMAC-SNG, considerando tres ejes temáticos: Protección Ambiental-Mitigación, Resiliencia Urbana-Adaptación y Gobernanza Climática. Primero, se describe la estructura en la que se presentan las orientaciones, así como la jerarquía de los elementos que las componen, para después enunciar estrategias, líneas estratégicas y acciones.

4.1. Aspectos metodológicos para el diseño de estrategias

La Ruta para la Acción climática de San Nicolás de los Garza se incarta dentro del marco de planificación nacional y estatal, retomando las políticas replicables a nivel local, en materia ambiental, hídrica y climática.

A nivel municipal, la Ruta para la Acción Climática se enfoca en organizar y escalar medidas de mitigación y adaptación que contribuirán al logro de objetivos tanto nacionales como globales, desde una perspectiva local, que responde a las condiciones y necesidades específicas del municipio. Se identificaron ejes temáticos considerando la clasificación expuesta en el artículo 18 del Reglamento de Cambio Climático del Municipio de San Nicolás de los Garza (POE, 2021), la información del diagnóstico técnico y la obtenida de los procesos participativos para la elaboración de la Estrategia, lo que permitió integrar orientaciones de política pública para su implementación desde las competencias locales. La Ruta para la Acción Climática municipal se construyó en distintas etapas, como se representa en la Figura 39.



De estas etapas, y como un paso previo para la construcción de las orientaciones de política pública, primero se analizaron las políticas vigentes en materia climática y urbana dentro del municipio. Posteriormente, se realizó la evaluación de dichos programas a través de herramientas de ONU-Habitat utilizadas para la planeación de ciudades, las cuales permitieron determinar la factibilidad de réplica o aplicación de líneas de acción contenidas en otros instrumentos a la EMAC-SNG. De manera paralela, se llevaron a cabo acercamientos con agentes clave de la sociedad civil, la academia, los gobiernos estatal y municipal, para contar con información complementaria sobre la toma de decisiones y las acciones en materia climática. Así, con los datos obtenidos, se procedió al diseño de la Ruta para la Acción Climática. A continuación, se describen los resultados de cada una de estas etapas.

Figura 39. Etapas de construcción de la Ruta para la Acción Climática de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Revisión de instrumentos y políticas vigentes

La Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG) buscó ser congruente con el marco normativo y programático vigente a nivel nacional y estatal, en materia climática y urbana (ver p. 11). Por ello, se analizaron diversos instrumentos nacionales relacionados con la temática, tales como la Estrategia Nacional de Cambio Climático Versión 10-20-40 (Gobierno de México, 2015), el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (SEMARNAT, 2021) y el Programa Nacional Hídrico 2020-2024 (CONAGUA, 2020). En cuanto a la materia urbana, se consultaron la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (SEDATU, 2021) y el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial 2021-2024 (SEDATU, 2021). Sobre los instrumentos estatales, se revisó lo establecido en el ProAire Nuevo León 2016-2025 (SEMARNAT, 2016) y en el Plan Hídrico Nuevo León 2050 (FAMM, 2018), en tanto, para los instrumentos locales se tomaron en cuenta el Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 (POE, 2021) y el Plan de Desarrollo Urbano Sustentable 2013-2033 (POE, 2013).

Con base en esta revisión, se creó una matriz que incluye estrategias, medidas, líneas estratégicas y acciones puntuales que se relacionan, desde distintos instrumentos, con la EMAC-SNG. Se identificaron 159 acciones vinculables provenientes de los instrumentos nacionales, 45 acciones de los instrumentos estatales y 17 acciones de los municipales; todas ellas consideradas relevantes para la Ruta para la Acción Climática.

Debido a que los programas varían en su estructura, se reorganizaron las líneas de acción destacadas en los distintos instrumentos programáticos a nivel nacional, estatal y municipal, clasificándolas según sus similitudes entre sí. Se establecieron un total de 13 líneas de acción, que agrupan acciones de acuerdo con lo siguiente:

1. **GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS.** Acciones para la reducción y el reaprovechamiento de residuos sólidos urbanos o residuos de manejo especial, así como para la reducción de sus emisiones.
2. **MOVILIDAD SOSTENIBLE.** Acciones para la movilidad cero emisiones y para la regulación de fuentes móviles.
3. **EFICIENCIA ENERGÉTICA.** Acciones para el uso responsable y racional de la energía eléctrica, así como para la promoción de fuentes de energía alternativa y para la mejora de los servicios energéticos.

4. **GESTIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO.** Acciones dentro del ordenamiento territorial y la gestión de la ciudad, para reducir emisiones y disminuir los riesgos de exposición de la población.
5. **GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO.** Acciones para la mejora de la regulación, la dotación y el saneamiento del recurso hídrico, adaptación al cambio climático y protección de activos azules.
6. **MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES.** Acciones para la protección de activos ambientales y servicios ecosistémicos mediante Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y medidas de adaptación.
7. **GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO.** Acciones para la prevención, atención y adaptación a los impactos asociados al cambio climático.
8. **REGULACIÓN DE EMISIONES.** Acciones para la regulación, el registro y la disminución de emisiones, especialmente de fuentes fijas no industriales y de área.
9. **MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN CLIMÁTICA.** Acciones para el monitoreo y la evaluación de la acción climática para el cumplimiento de metas de mitigación y adaptación, conforme a las NDC mexicanas.
10. **FINANCIAMIENTO CLIMÁTICO.** Acciones climáticas a través de adecuaciones fiscales y presupuestarias, identificación de fuentes alternativas de financiamiento y mecanismos de cooperación intergubernamental e interinstitucional.
11. **GOBERNANZA CLIMÁTICA.** Acciones para fortalecer capacidades locales, alianzas con actores estratégicos y participación ciudadana.
12. **INNOVACIÓN Y TRANSICIÓN TECNOLÓGICA.** Acciones para fomentar la innovación y mejorar procesos para reducir emisiones y prevenir emergencias climáticas.
13. **COMUNICACIÓN.** Acciones para difundir temas de cambio climático y la responsabilidad ciudadana en la implementación de medidas de mitigación y adaptación.

A partir de estas líneas, se elaboró una matriz que clasifica las sublíneas que se pueden adaptar dentro de la Ruta para la Acción Climática de SNG, especificando en qué programas se incluye cada una de ellas (Tabla 21).

Líneas de acción		Nivel			
		 37	 34	 19	
	Gestión integral de residuos		3	-	4
	Movilidad sostenible		2	3	1
	Eficiencia energética		2	2	1
	Gestión integral del territorio		2	3	2
	Gestión integral del recurso hídrico		4	5	3
	Manejo sostenible de los recursos naturales		4	5	2
	Gestión integral de riesgo		3	3	1
	Regulación de emisiones		2	3	1
	Financiamiento climático		4	1	1
	Gobernanza climática		6	4	2
	Innovación y transición tecnológica		2	2	0
	Comunicación		3	3	1

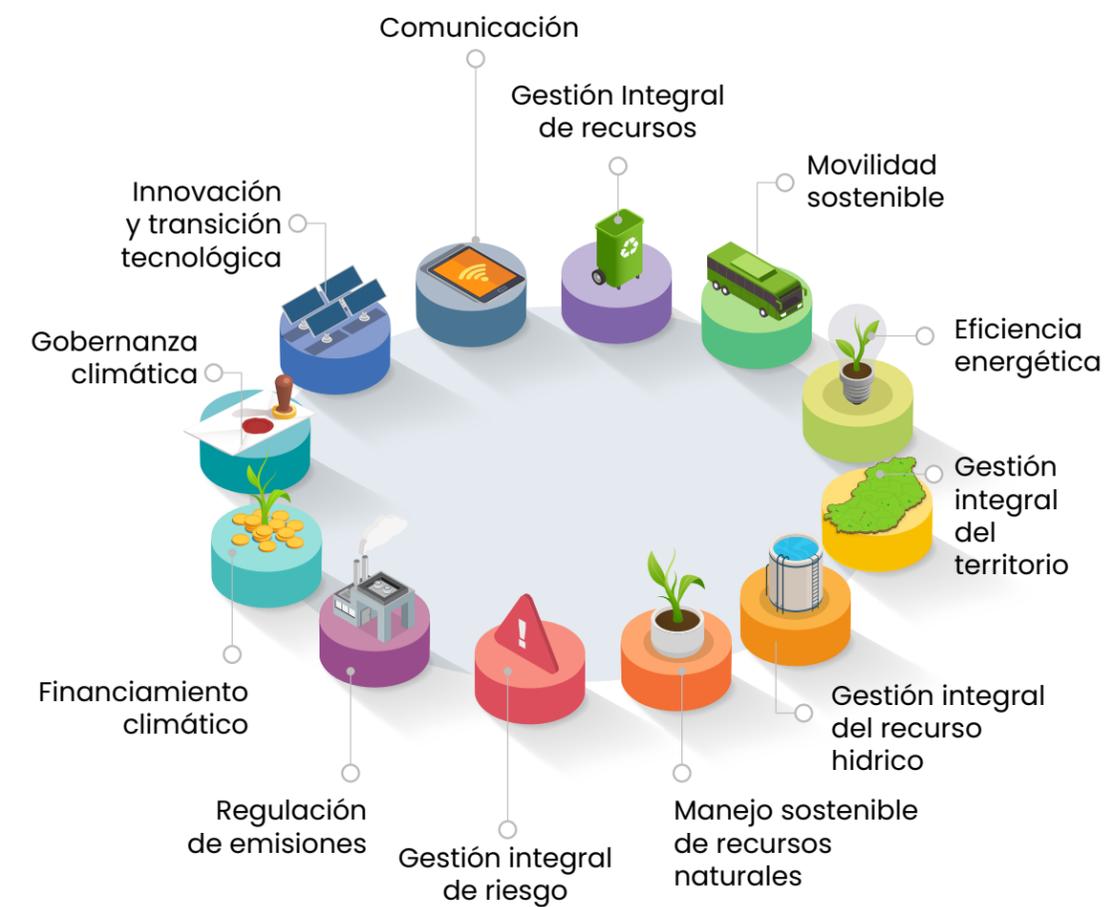
268

MATRIZ : SIMILITUDES ESTRATÉGICAS ENTRE LOS PROGRAMAS					
SISTEMA	ESTRATEGIAS		PROGRAMAS		
	Líneas de Acción	Sub-líneas	Nacionales	Estatales	Municipales
URBANO	Gestión Integral de Residuos	Manejo Sostenible de RSU	X	X	X
		Fortalecimiento infraestructura del manejo de RSU	X	X	X
		Regulación Normativa	X		X
		Inspección y vigilancia		X	X
		Transporte sostenible	X	X	
	Movilidad Sostenible	Regulación normativa	X	X	
		Fortalecimiento infraestructura de movilidad		X	X
		Transición energética	X	X	
	Eficiencia Energética	Eficiencia energética			X
		Actualización tecnológica	X		
Gestión Integral del Territorio	Regulación normativa de usos de suelo urbanos	X	X	X	
	Compensación urbana	X	X		
	Inspección y vigilancia		X	X	
NATURAL	Gestión Integral del Recurso Hídrico	Manejo integral de cuencas	X	X	
		Fortalecimiento de la infraestructura hídrica	X		X
		Eficiencia hídrica	X	X	X
		Regulación normativa	X		
		Inspección y vigilancia			X
	Manejo Sostenible de los Recursos Naturales	Restauración de ecosistemas urbanos	X	X	X
		Protección de AVAs y ANPs	X	X	X
		Uso sostenible de bienes naturales		X	
		Monitoreo de impacto ambiental	X	X	
		Captura de carbono	X	X	
Gestión Integral de Riesgo	Programación y monitoreo de riesgos	X	X	X	
	Prevención y atención de riesgos	X	X		
	Fortalecimiento de capacidades adaptativas	X	X		
Regulación de Emisiones	Regulación normativa	X	X		
	Monitoreo y registro de emisiones	X	X		
	Inspección y vigilancia		X	X	
Monitoreo y Evaluación de la Acción Climática	Fortalecimiento metodológico de medición de avances	X	X		
	Seguimiento y divulgación de avances	X	X		
	Verificación	X			
Financiamiento Climático	Fiscalización	X			
	Diseño presupuestal	X			
	Fomento a la economía circular	X			
Gobernanza Climática	Mecanismos alternativos de financiamiento	X	X	X	
	Fortalecimiento de alianzas inter e intrainstitucionales	X	X		
	Armonización programática y normativa	X			
Innovación y Transición Tecnológica	Fortalecimiento de mecanismos de participación ciudadana	X	X		
	Fomento a la innovación tecnológica	X	X		
	Transferencia y reconversión tecnológica	X	X		
	Fomento a la investigación científica	X	X	X	
SOCIAL	Comunicación	Divulgación de la ciencia de CC y CA	X	X	
		Creación de capital de humano en materia de CC y CA	X	X	

269

Tabla 21. Comparativa estratégica de instrumentos programáticos nacionales, estatales y locales vinculados con acción climática

Fuente: Elaboración propia.



La matriz muestra que la mayoría de las sublíneas está referenciada en los instrumentos nacionales, mientras que en los estatales y municipales se mencionan en menor medida. Esto sugiere que aún no se han escalado la mayoría de las sublíneas a los instrumentos municipales existentes, lo cual sí ha sucedido en los instrumentos superiores.

Para la elaboración de la EMAC-SNG, se buscó adecuar o retomar algunas de estas sublíneas aún no desarrolladas desde una perspectiva local, para abordar desafíos y necesidades en materia climática en SNG, lo que también contribuiría al logro de los objetivos nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático.

4.1.2. Análisis de aplicabilidad de líneas de acción a nivel municipal

En el proceso de elaboración de la EMAC-SNG fue importante adecuar estrategias establecidas en otros instrumentos superiores, no obstante, debido a las condiciones particulares del municipio de San Nicolás de los Garza, fue aún más crucial evaluar si era posible o no el aplicar esas estrategias en el contexto local, lo que aseguró contar con un marco estratégico individualizado para el municipio, que pueda implementarse con éxito.

Para ello, se utilizó una matriz de evaluación para determinar si era factible replicar las líneas de acción identificadas en los programas nacionales y estatales, en un instrumento estratégico municipal. Esta matriz se basó en la herramienta 5-D "Tabla de selección y clasificación de opciones" del Planning for Climate Change: A Strategic, Values-based Approach for Urban Planners - Toolkit de ONU-Habitat (2014), y se adaptó a partir del trabajo de Park (2020) para valorar cinco aspectos de factibilidad para cada una de las líneas identificadas.

272

Posteriormente, se calificaron los cinco aspectos de factibilidad y se sumaron para obtener un índice de replicabilidad (Tabla 22). Cuanto mayor era el valor general obtenido, mayor fue el índice de replicabilidad y, por lo tanto, se le daría más prioridad a la adecuación de esa línea de acción dentro de la EMAC-SNG. Los valores por aspecto se asignaron conforme el grado de autoridad, influencia y capacidad del gobierno municipal en la materia sobre la que versa la línea, y los principales aspectos son los siguientes:

- **Competencia municipal.** Se estimó si, conforme a la normativa existente, la línea corresponde a una materia de competencia exclusiva del municipio (2), compartida con otro nivel (1), o si no es de su competencia (0).
- **Factibilidad técnica.** Se evaluó el grado de dificultad técnica y/o tecnológica para llevar a cabo cada línea de acción, asignándoles una calificación de 3 a aquellas que son fácilmente ejecutables y de baja complejidad, y una calificación de 1 a aquellas de alta complejidad y dificultad técnica.
- **Posibilidad económica.** Se analizó el nivel de inversión requerido para llevar a cabo cada acción, otorgando un valor de 3 a aquellas cuyo costo-beneficio cualitativo sería mayor y, por lo tanto, tendrían mayores posibilidades de ser financiadas por el municipio.

- **Viabilidad política.** Se valoró el tipo de facultades que el municipio tiene en la materia evaluada. Si el municipio tiene la facultad tanto de establecer como de ejecutar, se le asignó un valor de 4. Si solo tiene la facultad de establecer, pero no de ejecutar, se le asignó un valor de 3. Si únicamente tiene la facultad de ejecutar, se le asignó un valor de 2. Para aquellas en las que el municipio no tiene facultades, pero puede influir en su programación y regulación, se les asignó un valor de 1. Aquellas en las que no tiene ningún tipo de influencia en su programación o ejecución, se les asignó un valor de 0.
- **Operabilidad administrativa.** Se examinó si el municipio ya dispone de un área operativa o administrativa que pueda llevar a cabo la implementación o planificación de la línea en cuestión. Se otorgó una calificación de 2 a las que cuentan con un área específica competente, 1 a las que tienen un área no competente, pero que podría ejecutar la acción, y 0 si no existe ningún área administrativa que pudiera ejecutarla.

273

De la comparación realizada se determinó que las líneas de acción más factibles de ejecutar y especificar a nivel municipal son las relacionadas con ordenamiento urbano, gestión de riesgos, gobernanza y comunicación. En segundo lugar, con una factibilidad media alta, se encuentran las líneas relacionadas con los residuos sólidos urbanos, emisiones a la atmósfera, financiamiento y monitoreo de la acción climática. Estos resultados se retomaron para la elaboración de estrategias.

MATRIZ DE EVALUACIÓN: REPLICABILIDAD LOCAL DE PROGRAMAS NACIONALES Y ESTATALES								
ESTRATEGIAS			ASPECTOS					
SISTEMA	Líneas de Acción	Sub-líneas	Competencia municipal	Factibilidad técnica	Posibilidad económica	Viabilidad política	Operabilidad Administrativa	Total
URBANO	Gestión Integral de Residuos	Manejo sostenible de RSU	2	3	2	3	1	11
		Fortalecimiento infraestructura del manejo de RSU	2	2	1	3	1	9
		Regulación normativa	1	2	3	2	0	8
		Inspección y vigilancia	1	3	2	2	1	9
	Movilidad Sostenible	Transporte sostenible	0	2	1	1	0	4
		Regulación normativa	1	3	2	1	0	7
		Fortalecimiento infraestructura de movilidad	1	2	1	1	1	6
	Eficiencia Energética	Transición energética	0	1	1	1	1	4
		Eficiencia energética	1	3	3	1	1	9
		Actualización tecnológica	1	2	0	1	0	4
Gestión Integral del territorio	Regulación normativa de usos de suelo urbanos	2	3	3	4	2	14	
	Compensación urbana	2	3	3	4	2	14	
	Inspección y vigilancia	2	3	2	4	1	12	
NATURAL	Gestión Integral del Recurso Hídrico	Manejo integral de cuencas	0	2	1	1	0	4
		Fortalecimiento de la infraestructura hídrica	1	1	1	1	0	4
		Eficiencia hídrica	1	3	2	2	1	9
		Regulación normativa	0	3	2	0	0	5
	Manejo Sostenible de los Recursos Naturales	Inspección y vigilancia	1	3	2	1	1	8
		Restauración de ecosistemas urbanos	2	2	1	4	1	10
		Protección de AVAs y ANPs	1	2	1	2	1	7
		Uso sostenible de bienes naturales	2	3	3	3	1	12
		Monitoreo de impacto ambiental	1	3	2	4	1	11
		Captura de carbono	1	2	3	2	1	9
Gestión Integral de Riesgo	Programación y monitoreo de riesgos	2	3	3	4	2	14	
	Prevención y atención de riesgos	2	3	2	4	2	13	
	Fortalecimiento de capacidades adaptativas	2	3	2	4	2	13	
	Regulación normativa	1	3	3	2	1	10	
Regulación de Emisiones	Monitoreo y registro de emisiones	1	3	3	2	1	10	
	Inspección y vigilancia	1	3	3	2	1	10	
	Fortalecimiento metodológico de medición de avances	1	3	3	2	2	11	
GUBERNAMENTAL	Monitoreo y Evaluación de la Acción Climática	Seguimiento y divulgación de avances	1	3	3	2	2	11
		Verificación	1	3	2	2	2	10
		Fiscalización	1	3	3	2	1	10
	Financiamiento Climático	Diseño presupuestal	2	3	3	4	2	14
		Fomento a la economía circular	2	3	3	4	1	13
		Mecanismos alternativos de financiamiento	2	3	3	4	2	14
	Gobernanza Climática	Fortalecimiento de alianzas inter e intrainstitucionales	2	3	3	3	2	13
		Armonización programática y normativa	2	3	3	4	1	13
		Fortalecimiento de mecanismos de participación ciudadana	2	3	3	4	2	14
	SOCIAL	Innovación y Transición Tecnológica	Fomento a la innovación tecnológica	1	2	1	1	1
Transferencia y reconversión tecnológica			1	2	1	1	1	6
Comunicación		Fomento a la investigación científica	1	3	3	2	1	10
		Divulgación de la ciencia de CC y CA	2	3	3	4	2	14
		Creación de capital de humano en materia de CC y CA	2	3	2	4	2	13

274

Tabla 22. Matriz de evaluación: potencial de replicabilidad local de programas nacionales y estatales en la política municipal para la acción climática de San Nicolás de los Garza

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Consulta con agentes clave

Como parte del componente participativo para la construcción de la presente Estrategia, se desarrolló un ejercicio práctico de consulta general para conocer la opinión de agentes sociales y, en especial, de tomadores de decisiones a niveles local y estatal con influencia en el desarrollo del espacio urbano de SNG. La información obtenida permitió contar con elementos para diseñar algunas líneas estratégicas y acciones concretas en la Ruta para la Acción Climática de la EMAC-SNG. Así, se diseñaron y aplicaron entrevistas semiestructuradas con los objetivos siguientes:

- Reconocer algunas prácticas de manejo ambiental a nivel urbano.
- Identificar problemas y perspectivas de los impactos del clima.
- Identificar capacidades sociales e institucionales para enfrentar cambios de corto y mediano plazo.
- Identificar condiciones y elementos para la gestión de riesgos.
- Detectar propuestas de parte de los tomadores de decisiones y actores clave para aminorar las condiciones de vulnerabilidad frente a los posibles efectos del cambio climático.

275

El ejercicio de levantamiento de información se enmarcó en la investigación cualitativa participativa aplicada a problemas ambientales, que ha sido desarrollada e implementada por varios autores (Ayala-Orozco et al., 2018; Landa et al., 2008; Meli et al., 2015), que parten de un diálogo abierto, flexible y adaptado a las circunstancias de los participantes. Las bases conceptuales y metodológicas para diseñar el acercamiento con agentes clave también se adecuaron a partir de investigaciones previas sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector hídrico (INE-PNUD-UNAM, 2006; Landa et al., 2011). Las conversaciones se enfocaron hacia el análisis del espacio urbano, el manejo de los recursos naturales y las acciones que se realizan para enfrentar cambios del clima. Se tuvo especial énfasis en la opinión de tomadores de decisión sobre propuestas de acción para la reducción de emisiones de GEI y para la construcción de resiliencia, desde una perspectiva integral del sistema urbano.

i. Ejes temáticos de la consulta

Para identificar las propuestas de acción climática centradas en la reducción de emisiones de GEI, se consideraron como principales sectores los siguientes: Industrial, Manejo de Residuos Sólidos, Movilidad y transporte, Comercio y servicios, salud y Calidad del aire.

La consulta orientada a detectar oportunidades en materia de adaptación incluyó ejes temáticos generales como Acciones institucionales y manejo ambiental, Recursos hídricos y subsector agua y saneamiento, Salud, Gestión del riesgo y acciones de protección civil.

ii. Niveles de consulta

Se aplicaron dos niveles de consulta dirigidos a los agentes clave. Un primer sondeo general a manera de encuesta ciudadana online y una segunda fase de entrevistas abiertas semiestructuradas sobre los temas de interés. El ejercicio de consulta se realizó entre los meses de febrero y abril de 2023.

a) Primer nivel de consulta: cuestionario en línea a ciudadanos

Se aplicó un cuestionario ciudadano, de manera electrónica, entre el 22 y el 28 de marzo del 2023, cuyo principal objetivo fue conocer la opinión de las y los participantes respecto al espacio público de San Nicolás y sobre las propuestas de acción frente al cambio climático. Los reactivos de la encuesta y algunos de los principales resultados se muestran en la Tabla 23.

b) Segundo nivel de consulta: entrevistas bilaterales abiertas semiestructuradas (mediante conferencia virtual o presencial)

Se identificaron las acciones institucionales instrumentadas en la ciudad y en particular en las áreas conurbadas o colonias vulnerables (sectores, distritos), así como los problemas actuales, los que se esperan bajo cambio climático en el futuro cercano y propuestas de solución. En la Tabla 24 se muestra una relación de las instituciones y organizaciones que participaron en este nivel del ejercicio de consulta.

Sector	Dependencia/institución	Área
Gobierno Estatal	Secretaría de Medio Ambiente de Nuevo León	Dirección de Gestión Integral de Residuos
		Dirección de Política de Cambio Climático
		Dirección de Registro Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
Descentralizados y paraestatales	Parques y Vida Silvestre de Nuevo León	Dirección General
		Dirección de Operaciones
	Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE)	Dirección General
	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM)	Dirección de Proyectos
Gobierno Municipal	Secretaría de Servicios Públicos	--
	Secretaría Técnica	Dirección de Proyectos Estratégicos
		Unidad de Protección Ambiental y Cambio Climático
	Dirección General de Salud	--
Dirección Municipal de Protección Civil	--	
Instituciones académicas y de investigación	Colegio de la Frontera Norte (COLEF)	Academia
	Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	Centro de Investigación para el Desarrollo Sustentable
		Academia
	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	Centro del Agua para América Latina y el Caribe
		Academia
Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM)	Dirección de Proyectos Dirección de Calidad del Aire	
Organizaciones de la Sociedad Civil	PRONATURA NE	Dirección Regional
	Sociedad Sostenible A. C.	Dirección General
		Gerencia de Desarrollo Institucional
	Parque Ecológico Chipinque	Gerencia de Conservación
	Sextante, S. A.	Dirección
	Agua Capital, A. C.	Dirección
Observatorio Ciudadano de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey (OCCAMM)	--	

Tabla 24. Relación de actores participantes en ejercicio de consulta de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia.



1) Cómo participa o qué hace cuando en su colonia se presentan:

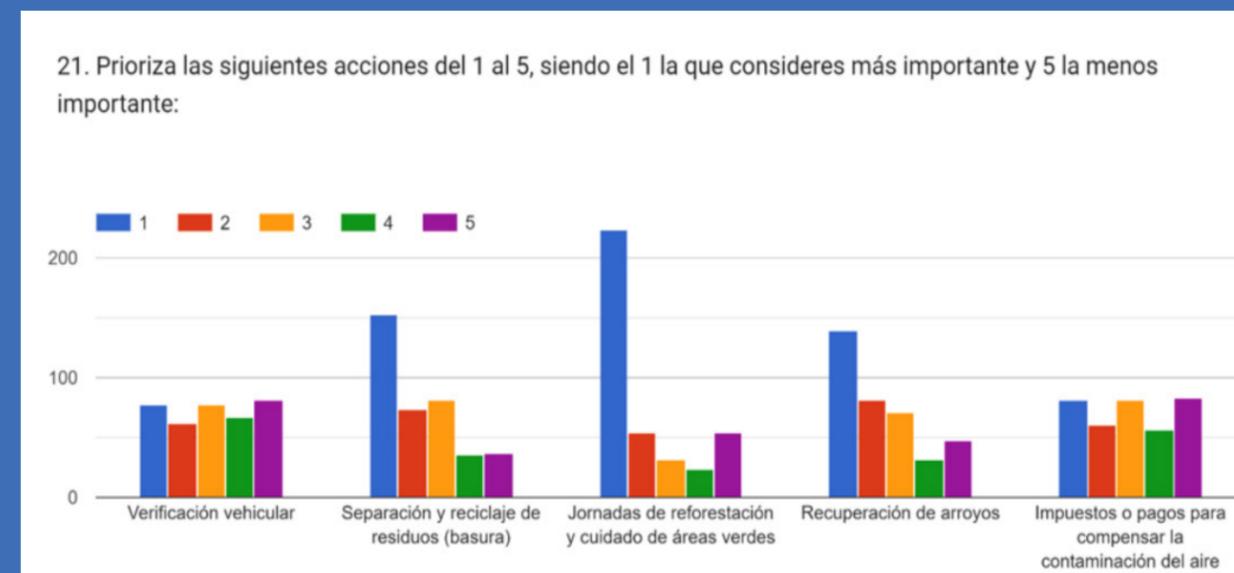
- a) inundaciones
- b) mucho calor
- c) sequía

2) De las siguientes acciones y políticas para enfrentar el cambio climático señale cuáles son las más importantes para usted en una escala de 1 a 5, donde 1 es la más importante:

- a) verificación vehicular
- b) separación y reciclaje de residuos (basura)
- c) jornadas de reforestación y cuidado de áreas verdes
- d) recuperación de arroyos
- d) impuestos o pagos para compensar la contaminación del aire

Tabla 23. Reactivos y resultados de encuesta ciudadana sobre espacio público, realizada en Internet

Fuente: Elaboración propia.



4.2. Orientaciones Estratégicas para la Acción Climática

4.2.1. Estructura de la Estrategia

i. Ejes temáticos, materias y sectores

A partir del análisis de políticas públicas vigentes en los diferentes niveles de decisión, de los resultados que brindaron el uso de herramientas de aplicabilidad de algunas líneas de acción y de la consulta con agentes clave que se describieron en los apartados anteriores (4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3), se consideró lo que establece el Reglamento de Cambio Climático del mismo municipio SNG (POE, 2021) sobre objetivos, sectores y subsectores de actuación que son requeridos para el Programa Municipal de Protección Ambiental y Crisis Climática, también referido en el Programa Municipal de Desarrollo 2021-2024. Considerando todo lo anterior, se identificaron tres grandes ejes temáticos para la EMAC-SNG:

- Protección Ambiental-Mitigación, que agrupa orientaciones en materia de disminución de emisiones de GEI, en áreas como manejo de residuos sólidos, uso eficiente de la energía, movilidad, regulación de emisiones.
- Resiliencia Urbana-Adaptación, que concentra planteamientos estratégicos asociados con la conservación de recursos naturales, el espacio público, la provisión de agua y la gestión de riesgos.
- Gobernanza Climática, que contiene temas transversales vinculados, por ejemplo, con el sistema social y gubernamental, tales como necesidades para la generación de conocimiento, normatividad, coordinación entre niveles de gobierno, comunicación y educación ambiental, y construcción de ciudadanía.

MATERIA	SECTOR	SUBSECTOR
Ambiental	Ambiental	Restauración Conservación (Áreas Naturales Protegidas y ecosistemas urbanos)
	Institucional	Aprovechamiento Administración Pública Academia (Servicios educativos) Salud (Servicios de salud y asistencia social) ONG
Urbana	Urbano	Ordenamiento urbano (Suelos, sus usos y cambios de uso) Gestión de riesgo Movilidad Transporte (Terrestre de pasajeros público y privado) Espacio público
	Residencial	Vivienda y hogares
	Comercial	Comercio al por mayor Comercio al por menor Servicios privados Turismo y entretenimiento
	Industrial	*
Energía	Construcción	Obra pública Edificación residencial Edificación no residencial
	Energía	Generación, transmisión y distribución Consumo
Servicios	Servicios	Residuos Agua y saneamiento Alumbrado Otros servicios públicos

Tabla 25. Materias y sectores para la acción climática reconocidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio San Nicolás de los Garza

Fuente: ONU-Habitat con datos del Reglamento de Cambio Climático del municipio de San Nicolás de los Garza (POE, 2021) y del INEGI (2023).

De igual manera, se identificaron las principales materias y sectores de aplicación de las estrategias, conforme a lo estipulado en el Reglamento de Cambio Climático del Municipio de San Nicolás de los Garza Nuevo León (POE, 2021) (Tabla 25), y se consideraron para la EMAC-SNG las materias ambiental, urbana, energética y de servicios.

ii. Estrategias

A partir de los ejes temáticos y los sectores estratégicos, se formularon estrategias por materia, que consideran específicamente las condiciones locales de San Nicolás de los Garza (Figura 40).

Materia	Eje temático		
	Protección Ambiental <i>Mitigación</i>	Resiliencia Urbana <i>Adaptación</i>	Gobernanza Climática
Ambiental	Monitoreo de la Calidad del Aire	Conservación de Ecosistemas y Vida Silvestre	Información para la Toma de Decisiones
Urbana	Control de la Contaminación Atmosférica	Recuperación de Servicios Ambientales	Normatividad y Regulación
Servicios	Orientación hacia la Habitabilidad	Gestión de Riesgos Hidroclimáticos	Fortalecimiento Institucional
Energética	Gestión Mejorada de los Servicios Públicos	Adecuación para la Provisión Complementaria de Agua	Gestión Metropolitana
	Promoción al Uso Eficiente de la Energía		Comunicación y Educación Ambiental
			Construcción de Ciudadanía

Figura 40. Estrategias para la acción climática de San Nicolás de los Garza, clasificadas por eje temático y materia

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, las orientaciones de política pública que conforman la Ruta para la Acción Climática de la EMAC-SNG se estructuran en tres ejes temáticos, y cada uno de ellos agrupa sus propias estrategias (E) por materia, las que a su vez se constituyen de un conjunto de líneas estratégicas (LE), a partir de las cuales se formulan acciones (A) puntuales que se ejemplifican con algunos planes o proyectos concretos (Figura 41).



Figura 41. Estructura jerárquica de los componentes de política pública de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia.

Bajo esta estructura, en la EMAC-SNG se orientan políticas para la acción climática a partir de 15 estrategias, que agrupan un total de 39 líneas estratégicas (LE), que a su vez incluyen 181 acciones (A), todas diseñadas conforme a las necesidades, los retos y las oportunidades detectados en el diagnóstico técnico-participativo del presente instrumento (Figura 42).

Eje temático

Protección ambiental
Mitigación



Resiliencia urbana
Adaptación



Gobernanza climática



Estrategia

	E1	Monitoreo de la calidad del aire
	E2	Control de la contaminación atmosférica
	E3	Orientación hacia la habitabilidad
	E4	Promoción del uso eficiente de la energía
	E5	Gestión mejorada de los servicios públicos
	E6	Conservación de ecosistemas y vida silvestre
	E7	Recuperación de servicios ambientales
	E8	Gestión de riesgos hidrolimáticos
	E9	Adecuación para la provisión complementaria de agua
	E10	Información para la toma de decisiones
	E11	Normatividad y regulación
	E12	Fortalecimiento institucional
	E13	Gestión metropolitana
	E14	Comunicación y educación ambiental
	E15	Construcción de ciudadanía

Figura 42. Estructura de los ejes temáticos de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de estas estrategias y sus respectivas líneas de acción están diseñadas considerando las dinámicas existentes a nivel administrativo, político y territorial de la AUM, por lo que se complementan no solamente entre sí, sino también con los programas, las políticas y los proyectos existentes en el municipio y en el estado de Nuevo León, como, por ejemplo, los propuestos en el documento sobre la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021), la Estrategia Municipal de Espacio Público (ONU-Habitat, 2023) y los demás instrumentos existentes en la materia.

A continuación, se describen las acciones que se proponen en cada eje temático, considerando las estrategias y las líneas estratégicas, las cuales podrían implementarse de manera priorizada por el municipio principalmente, o bien, en colaboración con organizaciones, instituciones académicas o dependencias de gobierno de los órdenes estatal o federal.

En donde:

 <p>Materia Ambiental</p>	 <p>Materia Urbana</p>	 <p>Materia Energética</p>	 <p>Materia Servicios</p>
<p>Materia Transversal</p>			



4.2.2. Eje temático 1. Protección Ambiental-Mitigación

En San Nicolás de los Garza, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y sus impactos sobre la calidad de vida son problemas crecientes debido al aumento de la actividad industrial, la congestión vehicular y la urbanización, por lo que dentro de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG) es crucial definir medidas de mitigación de las emisiones de GEI para contribuir en alguna medida a las metas globales que buscan enfrentar el cambio climático y reducir los impactos negativos de las emisiones en la salud, la economía y el ambiente.

El eje temático 1. Protección Ambiental-Mitigación se estructura en cuatro grandes materias que agrupan diversas Estrategias para disminuir las emisiones de GEI desde la acción municipal. Estas 4 materias (Ambiental, Urbana, Energética y de Servicios) se definieron considerando las competencias municipales, y en total agrupan 5 estrategias generales, que incluyen 11 líneas estratégicas y sus respectivas 39 acciones (Figura 43):

	<p>Monitoreo de la calidad del aire</p>
	<p>Control de la contaminación atmosférica</p>
	<p>Orientación hacia la habitabilidad</p>
	<p>Promoción del uso eficiente de la energía</p>
	<p>Gestión mejorada de los servicios públicos</p>



	E1	Monitoreo de la calidad del aire	<p>LE: Consolidación del Sistema Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire</p> <p>LE: Protección a la salud cardio-respiratoria de la población</p>
	E2	Control de la contaminación atmosférica	<p>LE: Modernización de las fuentes fijas</p> <p>LE: Control y seguimiento de las fuentes de área</p> <p>LE: Mantenimiento, sustitución y monitoreo de fuentes móviles</p>
	E3	Orientación hacia la habitabilidad	<p>LE: Impulso a la movilidad baja en emisiones</p> <p>LE: Mejora de la dinámica urbana</p>
	E4	Promoción del uso eficiente de la energía	<p>LE: Fomento a la sustitución de equipos, al ahorro y al uso eficiente de la energía en las actividades residenciales, comerciales y gubernamentales</p> <p>LE: Impulso a la bioconstrucción y la arquitectura bioclimática en nuevas construcciones</p>
	E5	Gestión mejorada de los servicios públicos	<p>LE: Fortalecimiento del manejo de residuos sólidos urbanos municipales</p> <p>LE: Transformación del servicio de alumbrado y otros servicios públicos</p>

Estas estrategias que el municipio de San Nicolás de los Garza puede implementar para reducir las emisiones de GEI, tendrán beneficios a largo plazo para la salud y el bienestar de la comunidad, así como para la economía y el ambiente, lo que contribuye al alcance de las metas establecidas en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC).

Específicamente, se pretende que las acciones de mitigación por parte del municipio, alcancen en conjunto un porcentaje de reducción de emisiones del 35% al 2030, respecto de la línea base del 2020, conforme a la meta de mitigación establecida en las NDC de 2022, y que corresponde a una reducción de emisiones de 1 184 082 tCO₂e en el 2030.

Figura 43. Estructura del eje temático Protección Ambiental- Mitigación de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia.



Estrategia 1

Monitoreo de la calidad del aire

Esta estrategia corresponde al Sector Institucional del Reglamento de Cambio Climático del municipio de SNG.

Si bien la mitigación de emisiones se considera como la principal meta de acción para la reducción del efecto invernadero, el monitoreo efectivo de la calidad del aire permite la caracterización de los principales compuestos contaminantes presentes en la atmósfera, así como la identificación de aquellos que por sus niveles de concentración requieren acciones específicas para disminuir su emisión.

Derivado del monitoreo de la cuenca atmosférica de la Aglomeración Urbana de Monterrey (AUM), se ha observado que, debido a la expansión económica de Nuevo León como la capital industrial del Norte de México, actualmente la AUM presenta un incremento exponencial de partículas y gases contaminantes en el aire, que se ve agravado por la poca dispersión de los contaminantes durante las horas de la mañana y una dispersión en dirección Norte-Oeste, durante la presencia de brisas vespertinas.

En el caso de San Nicolás de los Garza, y según datos de las dos casetas del SIMA (2018) que se ubican en el municipio, la poca dispersión y la presencia de una gran cantidad de fuentes fijas industriales dentro de sus límites administrativos ha favorecido una gran cantidad de días con mala calidad del aire derivada de la alta concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} y de ozono (O₃). La falta de continuidad y la insuficiente medición de dichas partículas debido a desperfectos de los sensores de medición, no permite contar con registros certeros sobre la cantidad de días con mala calidad del aire, por lo que los registros actuales podrían estar subestimados. Las altas concentraciones detectadas se suman a los registros de otros compuestos como monóxido de carbono y bióxido de nitrógeno, que no muestran niveles de concentración superiores a los establecidos en las normas (NOM-SSAI), pero no se tiene certeza para medir estos ni otros contaminantes criterio como el bióxido de azufre y el plomo.

La falta de certeza sobre la concentración de los contaminantes criterio y sus días sobre la norma que, con el monitoreo actual llegan a 194 días al año, evidencia la necesidad de mejorar y ampliar el sistema de monitoreo para hacer la medición extendida de más de un compuesto, que no solo permita identificar sus patrones de concentración y su distribución geográfica dentro del municipio, sino que también permita identificar posibles fuentes con emisiones fugitivas de polvos y otras partículas; que actualmente no sean reguladas y reportadas.

Esta situación representa un gran riesgo para la salud de las personas, ya que la exposición prolongada a estos contaminantes puede causar diversas enfermedades cardiovasculares y el incremento en enfermedades respiratorias por la inhalación de partículas PM, otros compuestos de carbono y óxidos de nitrógeno (NO_x), que representan un riesgo alto para la población vulnerable como las y los menores de 14 años o las y los mayores de 60, y población sensible o con enfermedades cardiorrespiratorias.

Es por ello que se requiere una regulación más estricta de las emisiones en la zona, la adopción de medidas para mejorar la calidad del aire, así como fortalecer algunos de los protocolos de protección a la salud pública, sobre todo durante las épocas del año en las que se registra una tendencia al incremento de la concentración de partículas, como es el caso de los periodos de sequía y la temporada de frío.

Objetivos

- Fortalecer el sistema de monitoreo de la calidad del aire en el municipio, a través de su mantenimiento periódico, el incremento de su cobertura geográfica y la modernización de equipo y de la tecnología que permitan añadir la medición de otros contaminantes criterio.
- Prevenir la exposición de las y los habitantes a altas concentraciones de partículas contaminantes y a condiciones de mala calidad del aire.

Vinculación visión 2030

Meta 1.3, 5.1

Línea Estratégica	Consolidación del Sistema Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Integrar el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire Municipal para la medición de los contaminantes criterio PM _{2.5} , PM ₁₀ , CO y NO ₂ en los distritos más densamente poblados y con mayor población vulnerable, como Jardines de Anáhuac, Casa Blanca y Vicente Guerrero.		X		Secretaría de Medio Ambiente
Requerir la realización de Estudios Perimetrales de Partículas PM _{2.5} , PM ₁₀ y COV, a los particulares que realicen actividades, no reservadas a la Federación o al estado, en las que se utilice materiales particulados (cemento, arena, tepetate, cal, azúcar, harina) o combustibles fósiles, en procesos sin sistemas de encapsulado; para aquellos localizados en los distritos Industrial, Lagrange, Casa Blanca, Santo Domingo y San Cristóbal.	X			Municipio
Ejecutar un monitoreo móvil de partículas PM _{2.5} , PM ₁₀ , CO, NO _x y COV en principales vialidades municipales como Av. Santo Domingo, Av. Universidad, Av. Juan Pablo II, Av. Diego Díaz de Berlanga, Av. Miguel Alemán y Av. López Mateos, para identificar patrones de concentración y su correspondencia con zonas de congestión vehicular.	X			<ul style="list-style-type: none"> Secretaría de Medio Ambiente Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana

Línea Estratégica	Protección a la salud cardiorrespiratoria de la población			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Fortalecer el árbol de comunicación y difusión de medidas de prevención a la exposición de los habitantes, ante declaratorias de contingencias atmosféricas, conforme a los protocolos municipales existentes, que involucre a las áreas municipales de la Secretaría de Servicios Públicos, la Dirección General de Salud y la Unidad de Protección Ambiental y Cambio Climático.	X			Secretaría de Medio Ambiente Secretaría de Salud
Fortalecer los protocolos sanitarios municipales implementados para la prevención de enfermedades respiratorias invernales, y adaptarlos para atender otras enfermedades cardiorrespiratorias como asma, rinitis alérgica, EPOC, accidentes cerebrovasculares, hipertensión arterial y arritmias cardíacas, durante las declaratorias de contingencias ambientales, así como durante los meses de mayor concentración de partículas (enero, febrero, noviembre y diciembre).	X			Secretaría de Salud
Facilitar, habilitar y construir infraestructura deportiva y recreativa cerrada dentro de escuelas, centros comunitarios y recreativos, para el desarrollo de actividades físicas en interiores, durante los días de mayor concentración de partículas contaminantes. Aprovechar como caso piloto el Proyecto Estratégico Gran Parque Nogalar de la Cartera de Proyectos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030.		X		Instituto Estatal de Cultura Física y Deporte de Nuevo León
Integrar equipos automatizados para la purificación del aire en edificios gubernamentales municipales e instalaciones sanitarias, que operen durante los periodos de mayor concentración de partículas contaminantes. Se puede aprovechar como edificio piloto las instalaciones del SEMESAN.		X		Municipio
Diseñar un protocolo de adaptación de las actividades gubernamentales durante contingencias atmosféricas, que integre acciones de adecuación de la operación municipal para disminuir la operación de vehículos y evitar que el personal municipal realice actividades al aire libre.	X			Municipio

292



Estrategia 2

Control de la Contaminación Atmosférica

Esta estrategia corresponde al Sector Ambiental del Reglamento de Cambio Climático del municipio de

La reducción de emisiones constituye la principal meta de acción climática que los gobiernos locales deben alcanzar para contribuir a las acciones globales frente al cambio climático. A nivel municipal, en San Nicolás de los Garza se observa una gran contribución a la contaminación atmosférica derivada de diversos tipos de fuentes. Específicamente, las fuentes fijas y móviles son las principales responsables de compuestos orgánicos volátiles (COV), bióxido de carbono (CO₂) y bióxido de nitrógeno (NO₂) en la región, de las cuales las fuentes fijas industriales contribuyen en gran medida, en especial las localizadas en la zona industrial del Suroeste municipal.

Destaca que las fuentes fijas industriales de competencia federal son las que más emiten en el territorio municipal, con un aproximado de 1.165 MtCO₂e/año en el 2020, mientras que las fuentes fijas industriales de competencia estatal también contribuyen a las emisiones, aunque en menor medida, cuyas principales emisiones son las partículas PM_{2.5}, COV, NO₂ y CO₂.

Conforme a los giros, la industria automotriz es contribuye con la mayoría de las emisiones de gases de combustión y de efecto invernadero y órgano-halogenados; la industria de fabricación de aparatos, equipos o accesorios eléctricos y electrónicos es la principal emisora de metales, metaloides y no metálicos; la industria del petróleo y la petroquímica es la mayor productora de SO₂ y la industria metalúrgica es la que más causa NO_x.

En el caso de partículas COV, NO_x, PM₁₀, otros de sus principales generadores son las fuentes de área de donde se emiten la mayor parte de las emisiones fugitivas no reportables en el municipio. Esto incluye a las actividades de la construcción, el uso de solventes y otras sustancias químicas, así como a los predios sin cobertura vegetal y vialidades que favorecen la dispersión de polvos.

Actualmente, el municipio no cuenta con información suficiente para verificar la contribución de las fuentes de área a la contaminación atmosférica, por lo que resulta fundamental considerar medidas enfocadas a su medición, regulación y vigilancia.

293

En cuanto a fuentes de exclusiva competencia municipal, como parte del diagnóstico técnico de esta Estrategia, se ha modelado hipotéticamente la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio a partir de la información estadística base del año 2020, y se estimó que, en cuanto a fuentes fijas la suma de los sectores residencial, comercial, gubernamental, transporte y de residuos, emitieron un total de 1 791 876 tCO₂e/año. Estos resultados se consideran en el diseño de medidas de mitigación y reducción de emisiones específicas para estos sectores sobre los que el municipio tiene competencia para su regulación.

Objetivos

- Disminuir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero ocasionadas por aquellas fuentes sobre las que el gobierno municipal tiene facultades, para la promoción de un desarrollo municipal de bajo impacto atmosférico.

Vinculación visión 2030

Metas 1.3, 3.1, 3.4

Línea Estratégica	Modernización de las fuentes fijas			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Establecer procedimientos para la autorregulación voluntaria de establecimientos comerciales o de servicios, y expedir, en su caso, certificados de bajas emisiones.	X			Municipio
Requerir, entre los establecimientos comerciales o de servicios considerados como mediana y gran empresa, el uso preferencial de combustibles no fósiles o, en su defecto, el uso de combustibles de alta eficiencia y bajas emisiones (biomasa, biocombustibles o hidrógeno), para la reducción de NOx y CO.	X			Municipio
Solicitar a los establecimientos comerciales o de servicios considerados como pequeña y mediana empresa, la instalación de sistemas de control de emisiones como los precipitadores electrostáticos y filtros de mangas (para la reducción de PM2.5 y PM10).		X		Municipio
Promover, entre los establecimientos comerciales o de servicios considerados como microempresas, el uso de gas natural sobre el de gas LP y sobre el de otros combustibles orgánicos como el carbón y la madera (para la reducción de NOx y CO).		X		Municipio

Línea Estratégica	Control y seguimiento de las fuentes de área			
Acciones	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Disminuir la concentración de COV y PM en el aire por erosión eólica, mediante la protección de suelos y la revegetación de vacíos urbanos, especialmente en los distritos de mayor concentración de estos: San Cristóbal, Casa Blanca, Los Morales, La Fe, Balcones y Casa Bella.			X	Municipio
Estimular el uso de biofertilizantes dentro del Programa de Huertos Urbanos, para la prevención de emisiones de NOx, SO2 y COV.	X			Municipio
Promover, entre la ciudadanía, comercios y servicios, el uso particular o comercial de solventes no emisores de COV como el alcohol etílico, aceite vegetal, ácido acético y glicol de propileno.		X		Municipio
Reducir la emisión de COV y PM dentro de las obras de construcción privadas y públicas, mediante prácticas responsables en la fabricación, colocación y eliminación de los recubrimientos de superficies arquitectónicas, tales como el uso de recubrimientos y pinturas base alcohol, y prácticas de aplicación más eficientes que reduzcan el tiempo de evaporación y la cantidad de solvente utilizado.		X		Secretaría de Obras Públicas Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana

296

Línea Estratégica	Mantenimiento, sustitución y monitoreo de fuentes móviles			
Acciones	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Integrar protocolo de verificación voluntaria y mantenimiento del parque vehicular del gobierno municipal, que favorezca la circulación de vehículos con consumos más eficientes de combustibles, y con bajas emisiones fugitivas derivadas de combustiones incompletas.	X			Municipio
Fortalecer el programa de mantenimiento de la maquinaria pesada y de carga de las Secretarías de Obras y Servicios Públicos municipales, que incluya la sustitución de autopartes y el uso de gas natural como combustible, para disminuir las emisiones fugitivas de PM2.5 y CO.		X		Municipio
Sustituir el parque vehicular del gobierno municipal, en el que se dé preferencia a los vehículos eléctricos, híbridos o de combustión de gas natural.		X		Municipio

297



Estrategia 2

Orientación hacia la Habitabilidad

Esta estrategia corresponde al Sector Urbano del Reglamento de Cambio Climático del municipio de SNG.

Actualmente, el municipio de San Nicolás de los Garza cuenta con instrumentos programáticos y normativos que ordenan el territorio municipal de forma congruente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con miras a integrar una ciudad equitativa y resiliente. No obstante, debido a que estos instrumentos establecen directrices generales en materia ambiental, es necesario especificar las acciones de mitigación que el municipio podría implementar en la organización eficiente de la ciudad, para lograr de una forma indirecta la disminución de emisiones y la protección de la salud pública.

Dentro del municipio se observa que las fuentes fijas que emiten contaminantes a la atmósfera se localizan en áreas con uso de suelo industrial y concentradas comúnmente en zonas contiguas a los usos de suelo habitacional, por lo que se sugiere implementar medidas de adecuación de los usos de suelo industrial conforme a la dinámica de los vientos, para evitar que los usos de suelo residenciales sean afectados en la dispersión de contaminantes.

En relación con los patrones de movilidad dentro de la ciudad, se observó la preferencia del uso del vehículo particular por sobre otros tipos de movilidad, lo que indirectamente ha incrementado las partículas contaminantes como PM_{2.5}, CO y COV. Por ello, para contribuir indirectamente a la reducción de emisiones, la ciudad debe mejorar sus condiciones de habitabilidad, convivencia y conectividad, para tomar acciones frente a la contaminación atmosférica municipal. La mejora del espacio público, la conectividad, la movilidad y la distribución de los usos de suelo conforme a las condiciones del territorio, permitirán mejorar la habitabilidad del municipio y favorecer modos de vida con menor huella de carbono.

Objetivos

- Mejorar la habitabilidad del municipio mediante la reconfiguración de las dinámicas de movilidad y de uso de suelo, para disminuir la exposición de la población a partículas contaminantes y la contribución a la contaminación atmosférica por dichas dinámicas.

Vinculación visión 2030

Metas 1.2, 1.3, 3.1, 3.2, 3.4

Línea Estratégica	Impulso a la movilidad baja en emisiones			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Optimizar el diseño vial de las principales vías municipales (Av. Santo Domingo, Av. Universidad, Av. Juan Pablo II, Av. Diego Díaz de Berlanga, Av. Miguel Alemán y Av. López Mateos) para disminuir la congestión vehicular, utilizando como piloto el Proyecto Catalizador Movilidad Segura Av. Universidad de la Cartera de Proyectos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030.			X	Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana
Mejorar y rehabilitar las superficies de rodamiento vehicular de la red vial municipal, especialmente en los distritos con menor cantidad de vialidades pavimentadas como Balcones, Residencial Anáhuac, Casa Bella, Pedregal, Lagrange, Casa Blanca, San Cristóbal y Andalucía.		X		<ul style="list-style-type: none"> Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana Secretaría de Obras Públicas
Articular dinámicas de movilidad local con los Sistemas de Movilidad Colectiva Metropolitanos, mediante el mantenimiento, la rehabilitación y la construcción de andadores peatonales y ciclistas, accesibles, confortables y seguros, en articulación con los proyectos Corredor Verde Las Torres, Activación del Centro de San Nicolás de los Garza, Movilidad Segura y Corredor Lineal Transmunicipal de la Cartera de Proyectos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030.			X	Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana
Instalar, en coordinación con la iniciativa privada, sistemas de préstamo y renta de bicicletas u otros vehículos de bajas emisiones, que favorezcan la micromovilidad dentro de los distritos de Casa Bella, Cuauhtémoc, Centro, Residencial Anáhuac, Anáhuac, Jardines de Anáhuac, CEDECO, El Refugio, y Andalucía, utilizando como piloto el Proyecto Catalizador Activación del Centro de San Nicolás de los Garza de la Cartera de Proyectos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030.		X		<ul style="list-style-type: none"> Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana Iniciativa privada
Reducir el uso de transporte motorizado para la adquisición de bienes y servicios básicos, a través de la implementación de mercados móviles y bazares en diferentes zonas del municipio, que permitan el acceso fácil a la compra de productos y reduzcan la necesidad de desplazarse a distancias más largas para obtenerlos.	X			Municipio

Línea Estratégica	Mejora de la dinámica urbana			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Desincentivar la ocupación y el desarrollo de vivienda en el entorno inmediato de fuentes emisoras industriales, especialmente en los distritos Balcones, Residencial Anáhuac, Cuauhtémoc, Jardines de Anáhuac, Nogalar, Lagrange, Casa Blanca, Constituyentes, Andalucía y San Cristóbal.			X	Secretaría de Medio Ambiente del Estado
Fomentar la inclusión de zonas verdes en construcciones nuevas o ya existentes mediante incentivos fiscales, con el objetivo de ayudar en la absorción de los GEI.	X			Municipal



Estrategia 4

Promoción del Uso Eficiente de la Energía

Esta estrategia corresponde al Sector Institucional del Reglamento de Cambio Climático del municipio de SNG.

Conforme los patrones actuales de consumo de energía y combustibles en San Nicolás de los Garza y otras ciudades mexicanas con patrones similares, se estima que actualmente en el municipio se emiten un total de 368 681 tCO₂e/año derivado del consumo energético, de las cuales 340 558 tCO₂e/año pertenecen al uso energético del sector residencial y comercial, y 28 123 tCO₂e/año al uso energético en el sector gubernamental.

Objetivos

- Fomentar el uso eficiente de la energía para la disminución de emisiones indirectas de los GEI en sectores residencial, comercial y gubernamental.

Vinculación visión 2030

Metas 1.3, 5.2

Línea Estratégica	Fomento a la sustitución de equipos, al ahorro y al uso eficiente de la energía en las actividades residenciales, comerciales y gubernamentales			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Fomentar el aprovechamiento de la iluminación natural, la sustitución de los sistemas de iluminación de luz incandescente por sistemas LED y el uso programado de iluminación artificial en viviendas, comercios, oficinas, y en actividades e instalaciones gubernamentales.	X			Municipio
Promover la desconexión de aparatos electrónicos que no estén en uso.	X			Municipio

Línea Estratégica	Impulso a la bioconstrucción y la arquitectura bioclimática en nuevas construcciones			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Promover el diseño de edificios con orientación adecuada para la iluminación y ventilación natural, a través de la aplicación de incentivos fiscales y administrativos dentro de los procesos de autorización de licencias y permisos.	X			Municipio
Fomentar, mediante campañas y la implementación de incentivos, la sustitución de las instalaciones y sistemas energéticos tradicionales, por otros de bajo consumo, bajas emisiones y alta eficiencia energética, en viviendas, comercios, servicios, así como dentro de las instalaciones gubernamentales.	X			Municipio



Estrategia 5

Gestión Mejorada de los Servicios Públicos

Esta estrategia corresponde al Sector Institucional del Reglamento de Cambio Climático del municipio de SNG.

El municipio de San Nicolás de los Garza actualmente es el responsable de la dotación de los servicios de alumbrado público, limpia y manejo de residuos sólidos urbanos (RSU), mercados, panteones y rastros, así como vialidades, parques y jardines.

Respecto a su contribución a la contaminación atmosférica municipal, se identificó al servicio de limpia y gestión de RSU como el principal contribuyente de emisiones a nivel municipal, después de las fuentes fijas industriales. Se estima que este tipo de servicio es el responsable de aproximadamente de 1 253 909 tCO₂e/año emitidas. Mientras que los servicios de alumbrado público y otros servicios gubernamentales se estiman como parte de las emisiones del sector gubernamental que, en conjunto con el uso energético dentro de instalaciones municipales, emiten un total de 28 123 tCO₂e/año.

Objetivos

- Mejorar los servicios públicos municipales, para la disminución de emisiones derivadas de su operación y dotación, especialmente en el caso de los servicios de limpia y gestión de residuos sólidos urbanos, así como de alumbrado público.

Vinculación visión 2030

Metas 1.3, 5.2

Línea Estratégica	Fortalecimiento del manejo de los residuos sólidos urbanos municipales			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Desarrollar el Programa Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, que integre medidas para disminuir la generación de residuos, así como para reaprovechar y recolectarlos diferenciadamente.		X		Secretaría de Medio Ambiente
Diseñar programas para el reaprovechamiento de los residuos como fuente energética para las actividades industriales o urbanas del municipio.			X	<ul style="list-style-type: none"> Secretaría de Medio Ambiente CFE
Facilitar y definir modelos para el intercambio de RSU como materia prima para procesos industriales y de la manufactura.		X		Secretaría de Medio Ambiente
Disminuir la generación de residuos inorgánicos, a través de la regulación de productos y materiales de un solo uso y la promoción de la compra de productos a granel/sin envases de un solo uso de plástico o poliestireno.	X			Secretaría de Medio Ambiente
Limitar el uso de materiales de un solo uso dentro de las instalaciones gubernamentales municipales.	X			Municipio
Implementar la instalación de biodigestores y centros de compostaje, para el tratamiento de residuos orgánicos provenientes de la operación de las actividades municipales y de los servicios públicos de parques y jardines		X		Secretaría de Medio Ambiente

304

Línea Estratégica	Transformación del servicio de alumbrado y otros servicios públicos			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Sustituir la infraestructura de alumbrado público municipal, por luminarias y bombillas LED equipadas con paneles solares, especialmente en las principales vías municipales y espacios públicos municipales, utilizando como proyecto piloto el Corredor Verde Las Torres de la Cartera de Proyectos de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030.		X		Municipio
Habilitar un sistema de encendido programado de luminarias dentro de los principales espacios públicos del municipio con horarios fijos de ocupación, como, por ejemplo, en el Gran Parque San Nicolás, CEDECO y Centro Deportivo Nova.		X		Municipio
Implementar programas para el uso eficiente de la energía eléctrica en la dotación de servicios públicos municipales de alumbrado, mercados y panteones, como en el Mercado San Nicolás y en el Panteón Municipal de San Nicolás de los Garza.	X			Municipio

305



4.2.3 Eje temático 2. Resiliencia Urbana-Adaptación

Considerando de manera integral la información diagnóstica descrita en los apartados previos sobre las características ambientales, la infraestructura verde y azul en el municipio, así como las principales condiciones de riesgo hidrometeorológico y los impactos de la variabilidad climática actual, tanto como los esperados del cambio climático, se presentan algunas orientaciones para el eje temático 2. Resiliencia Urbana-Adaptación, en tres materias principales: Ambiental, Urbana y de Servicios. Cada materia contiene estrategias (E) y líneas estratégicas (LE), las que a su vez se componen de acciones particulares (A) que inciden en la disminución y la reducción de la exposición y la sensibilidad a los cambios del clima en el municipio, así como en el fortalecimiento de las capacidades adaptativas.

Para estructurar el eje temático Resiliencia Urbana-Adaptación, se tomaron en cuenta las atribuciones del municipio de SNG y se partió de cuatro grandes estrategias que agrupan 15 líneas estratégicas y 68 acciones (Figura 44):

306

	Conservación de ecosistemas y vida silvestre
	Recuperación de servicios ambientales
	Gestión de riesgos hidroclimáticos
	Adecuación para la provisión complementaria de agua



	E6	Conservación de ecosistemas y vida silvestre	<p>LE: Restauración y mantenimiento de áreas de captura, almacenamiento y conservación de carbono</p> <p>LE: Protección y fortalecimiento de la aptitud de infiltración en áreas estratégicas para la recarga del acuífero Monterrey.</p> <p>LE: Manejo responsable de fauna silvestre en riesgo en el espacio urbano.</p>
	E7	Recuperación de servicios ambientales	<p>LE: Promoción de la conectividad regional</p> <p>LE: Fortalecimiento de la conectividad ambiental al interior del municipio</p> <p>LE: Promoción de la infiltración y retención de agua mediante infraestructura verde.</p> <p>LE: Remediación de áreas industriales.</p> <p>LE: Promoción al saneamiento de canales y al aprovechamiento de caudales estacionales en usos no esenciales.</p>
	E8	Gestión de riesgos hidroclimáticos	<p>LE: Reducción de vulnerabilidad frente a lluvias extremas, inundaciones y avenidas de agua.</p> <p>LE: Reducción de los efectos de sequía, isla de calor urbano y ondas cálidas</p> <p>LE: Prevención de incendios en vacíos urbanos y baldíos.</p> <p>LE: Adecuación de infraestructura (equipamiento).</p>
	E9	Adecuación para la provisión complementaria de agua	<p>LE: Fortalecimiento de provisión y almacenamiento domiciliario</p> <p>LE: Habilitación de condiciones para el reúso de agua tratada.</p> <p>LE: Liberación de agua de primer uso mediante la recuperación y el aprovechamiento pluvial.</p>

307

Figura 44. Estructura del eje temático Resiliencia Urbana-Adaptación de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia.

Las orientaciones integran enfoques como manejo de cuencas, protección de servicios ambientales, gestión integral de riesgos con un enfoque preventivo y medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y Adaptación basada en Comunidades (AbC), desde el punto de vista de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).



Estrategia 6

Conservación de Ecosistemas y Vida Silvestre

Esta estrategia corresponde al Sector Ambiental y al Subsector Conservación del Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.

Varios de los espacios verdes de SNG proporcionan importantes servicios de regulación. En la zona poniente de SNG destaca el ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, cuya vegetación dominante consiste en matorral submontano y, en menor proporción, matorral desértico rosetófilo. El ANP tiene una superficie total de 11.2 km², aunque solo 0.16 km² del ANP se encuentran dentro de los límites de SNG. El ANP alberga 21 especies dominantes de cactáceas y ejemplares de fauna silvestre como el armadillo y el gato montés.

Los parques arbolados y de alta densidad favorecen la captura y el almacenamiento de carbono. El cuidado de estas áreas apoyaría la eliminación de contaminantes de la atmósfera y del agua, además de almacenar y secuestrar gases de efecto invernadero. Este tipo de parques ocupan 0.72 km² del municipio, y aunque se trata de la categoría de infraestructura verde menos representada en el territorio, resulta fundamental mantener su cobertura vegetal y utilizar materiales permeables en las obras de pavimentación, para que brinden servicios ambientales relacionados con secuestro de carbono e infiltración de agua. Al mantener la permeabilidad de los suelos de estos parques, se previenen inundaciones y se disminuye la velocidad de las avenidas de agua, que se generan por lluvias extremas, y que afectan sobre todo a los distritos Vicente Guerrero, Los Puentes, Cuauhtémoc y El Refugio, particularmente a las colonias Arboledas de San Jorge, Ampliación Del Vidrio Sección 1 y 2, Bosques de Santo Domingo, Ciudad Universitaria, Vicente Guerrero, Praderas de Santo Domingo, Villas de San Cristóbal, Tacuba, Las Puentes 2 Sec, Julio Treviño y otras aledañas.

El municipio cuenta con una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) localizada en la colonia Lagrange, la cual se ha destinado para el bienestar animal, pues, además de atender especies domésticas, busca el cuidado y el rescate de especies silvestres que cruzan el territorio municipal, como aves y pequeños mamíferos. A nivel nacional, esta iniciativa es una de las pocas que atiende localmente la difícil problemática de fauna silvestre en un entorno urbanizado. Los trabajos de resguardo y cuidado de ejemplares se realizan en coordinación con las autoridades estatales de parques y vida silvestre, y de acuerdo con la legislación en la materia.

Objetivos

- Evitar el cambio de uso de suelo en los límites del ANP localizada al Noroeste del municipio.
- Preservar y favorecer la permanencia de servicios ambientales hidrológicos y los que proporcionan los parques con alta densidad de árboles, asociados a mejoras en la calidad del aire, confort climático y dinámica del acuífero metropolitano.
- Fortalecer acciones municipales en materia de cuidado de la vida silvestre.

Vinculación visión 2030

Metas 1.1, 1.2

Línea Estratégica	Restauración y mantenimiento de áreas de captura, almacenamiento y conservación de carbono			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Incentivar y coadyuvar al mantenimiento de uso de suelo de conservación en los alrededores del ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, como zona de amortiguamiento para disminución de escorrentías y prevención de deslaves.	X			Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León
Promover los alrededores y el área de amortiguamiento del ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico como zona "no urbanizable, de valor ambiental, protección y salvaguarda" en los instrumentos de ordenamiento territorial y ecológico que apliquen.	X			<ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana
Fortalecer el mantenimiento de cerca de 1.6 km2 de superficie arbolada de alta densidad del espacio urbano: Gran Parque San Nicolás, Parque República Mexicana.	X			FAMM
Limitar la extracción de material (pedreras) que se practica en cerca de 77 340 m2.	X			Secretaría de Medio Ambiente
Desincentivar y restringir la ocupación irregular y la expansión urbana en el área de amortiguamiento, laderas del ANP y planicies en los distritos Balcones y Residencial Anáhuac (no lotificar).	X			<ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana

Línea Estratégica	Protección y fortalecimiento de la aptitud de infiltración en áreas estratégicas para la recarga del acuífero Monterrey			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Mantener sitios aún sin pavimentar (vacíos urbanos y baldíos) del Centro y Norte del municipio, que cuentan con propiedades de retención y almacenamiento de agua en los distritos Casa Bella, Centro, Las Puentes, CEDECO, El Refugio, Cuauhtémoc, Jardines de Anáhuac.	X			Municipio
Diseñar e implementar SbN a nivel de paisaje para el mantenimiento de la cobertura vegetal, disminución de escorrentía y retención de suelo (control de taludes) en alrededores y zonas de amortiguamiento del ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, partiendo de la colonia El Mirador.		X		<ul style="list-style-type: none"> Secretaría de Medio Ambiente Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León

Línea Estratégica	Manejo responsable de fauna silvestre en riesgo en el espacio urbano			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Fortalecer las actividades para rescate, resguardo y rehabilitación de ejemplares diversos que realiza el municipio a través del Centro Municipal para Rehabilitación de Fauna y Bien Animal (aves menores, rapaces, mamíferos).	X			Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León
Ampliar el ámbito de acción de la UMA hacia el rescate de mamíferos y otros órdenes de fauna en riesgo.		X		Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León
Buscar la réplica a nivel metropolitano (municipios aledaños) de la iniciativa de SNG, para la atención de la problemática de vida silvestre en entornos urbanos.		X		<ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León Secretaría de Medio Ambiente



Estrategia 7

Recuperación de Servicios Ambientales

Esta estrategia corresponde al Sector Ambiental y a los Subsectores Conservación y Restauración definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio

El municipio forma parte de un sistema regional hidrológico en el que confluyen varias cuencas, y en materia de conservación, además del ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, a nivel regional se reconocen otras áreas de importancia para la conservación de la naturaleza, las cuales brindan valiosos servicios ambientales a las poblaciones de la cuenca de la que forma parte San Nicolás de los Garza. De aquí que la recuperación de servicios ambientales para el municipio no puede quedar aislada del contexto regional, por lo que se requieren acciones a escala metropolitana e, incluso, a nivel de región hidrológica (sensu Conagua).

Particularmente, en SNG se identifican 19 elementos de infraestructura verde-azul que proveen servicios ecosistémicos de distinto tipo a sus habitantes. Aunque los servicios de aprovisionamiento en el municipio se consideran muy bajos, incluyendo el ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico en el Noroeste, la distribución y las características de la infraestructura verde-azul, que contemplan arroyos y acequias, podrían conformar una red de espacios interconectados en el sistema urbano, lo cual permitiría ampliar los beneficios que proporcionan las áreas verdes a la comunidad.

Algunos espacios verdes, como los camellones y partes de las vías férreas que tienen una longitud total en el territorio de 22.7 km, podrían favorecer la conectividad entre elementos de infraestructura verde-azul en la ciudad. De igual manera, la recuperación de espacios verdes permitiría incrementar la relación de área verde por habitante, que actualmente se estima en 8.2 m²/hab, lo que se reflejaría en la sostenibilidad ambiental del municipio.

Las posibilidades de conectividad ambiental en San Nicolás de los Garza son muy variadas, ya que existen 14 tipos de infraestructura verde y 3 de infraestructura azul. El municipio cuenta con el 12.82% de su suelo considerado como área verde, sin contar la ANP estatal, Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico. Destaca la categoría terrenos baldíos o industrial con 26% del total que suma 1.99 km² de área verde, seguida por parques urbanos de baja densidad que suma 0.93 km², mientras que los parques de alta densidad ocupan 0.72 km². En el Centro y Sureste, en zonas industriales o baldíos, predomina la vegetación secundaria. Los camellones se encuentran distribuidos de forma homogénea en el municipio, y cubren en total un área similar a los parques de alta densidad 0.76 km². Los estacionamientos al aire libre abarcan un total de 0.7 km².

En cuanto a la infraestructura azul, San Nicolás de los Garza se ubica en la subcuenca del río Pesquería, recibe afluentes de subcuencas de Salinas, Monterrey y San Miguel, los cuales recorren el municipio por 10 microcuencas y fundamentalmente por el afluente principal, el arroyo Topo Chico, que cruza con 7.98 km (34% de su cauce) la superficie de SNG. En la zona Sur están el arroyo La Talavera con una extensión total de 8.94 km de los cuales 2.43 km (27%) atraviesan el municipio, y el arroyo Los Pinos con una extensión de 3.73 km que se encuentra en su totalidad dentro del territorio de SNG. La longitud total de los tres arroyos es de 14 130 m, además de que cuenta con dos acequias de 840 m en total y con pequeños cuerpos de agua artificiales que cubren entre 260 m² y 5800 m², lo que incluye estanques, zonas de baño y espacios industriales con agua.

Objetivos

- Restaurar y mantener los servicios ambientales en el territorio municipal, mediante la mejora, la ampliación de espacios verdes y la conectividad entre elementos de infraestructura verde-azul en el municipio y a nivel regional.
- Articular proyectos de la Cartera de Proyectos 2030 SNG (ONU-Habitat, 2021): Gran Parque Nogalar, Corredor Verde Las Torres, Parque Mirador, Manejo Sostenible de la Cuenca del Arroyo Topo Chic.
- Adecuación de infraestructura verde y azul como parte del Proyecto Catalizador Corredor Lineal Transmunicipal, entre otros.

Vinculación visión 2030

Metas 1.1, 1.2

Línea Estratégica	Promoción de la conectividad regional				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Buscar la articulación entre el sistema de áreas verdes municipales y la infraestructura verde metropolitana, en particular con las ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico, Sierra el Fraile y San Miguel, Reserva Natural Estatal Sierra las Mitras.		X		<ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León Secretaría de Medio Ambiente 	

Línea Estratégica	Fortalecimiento de la conectividad ambiental al interior del municipio				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Implementar el Proyecto Estratégico Corredor Verde Las Torres y el Proyecto Catalizador Corredor Lineal Transmunicipal de la Cartera de Proyectos 2030 SNG (ONU-Habitat, 2021), como acciones centrales para detonar conectividad en el territorio municipal.		X		Municipio	
Integrar en un continuo vegetal a los camellones de la zona Norte ubicados en avenida República Mexicana, en la calle Torres de Santo Domingo, la avenida Las Torres y la 1a. Avenida.	X			FAMM	
Vincular parques lineales con laderas del ANP Reserva Estatal Cerro del Topo Chico, como es el caso del Parque Lineal Villas.	X			<ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Parques y vida silvestre de Nuevo León Secretaría de Medio Ambiente 	
Articular los espacios verdes asociados a las vías férreas con el sistema de áreas verdes del municipio.		X		Secretaría de Comunicaciones y Transporte	

Línea Estratégica	Promoción de la infiltración y retención de agua mediante infraestructura verde				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Fortalecer acciones de mantenimiento y expansión de Gran Parque Nogalar (Gran Parque Deportivo Oriente y Parque Bosques Floridos), Parque Mirador, Corredor Verde Las Torres.	X			FAMM	
Incrementar la superficie de áreas verdes en el Centro y Norte del municipio, en zonas con altas propiedades de almacenamiento de agua (suelos tipo Feozem que cubren cerca del 45% del municipio), en distritos como Industrial, Cuauhtémoc, Las Puentes, El Refugio, Vicente Guerrero, Centro, Casa Bella, Anáhuac, CEDECO.	X			Municipio	
Articular parques lineales con infraestructura verde o azul según sea el caso, Las Villas, Las Torres, Torres de Santo Domingo.	X			Municipio	
Implementar Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como corredores verdes y sistemas de biorretención en las zonas aledañas de los arroyos Topo Chico, Los Pinos y La Talavera.		X		Municipio	
Sustituir pavimento por material que facilite la infiltración de agua y mantenga cobertura vegetal en áreas con viabilidad, con prioridad en el Centro y Norte del municipio (estacionamientos de plazas y comercios, centros educativos, industrias). Ejemplos: Plaza Andenes, estacionamientos de las principales plantas de Ternium, estacionamiento de la UANL.		X		Particulares	
Integrar de manera prioritaria la recuperación de superficies permeables y áreas con cobertura vegetal herbácea en el Proyecto Catalizador Activación del Centro de San Nicolás de los Garza, de la Cartera de Proyectos 2030 SNG (ONU-Habitat, 2021).	X			Municipio	
Diseñar y fomentar la adopción y el cuidado, por particulares, de áreas verdes en los alrededores de industrias, escuelas, plazas y comercios.		X		Particulares	

Línea Estratégica	Remediación de áreas industriales			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Fomentar el acopio y la disposición adecuada de residuos industriales, de manejo especial y tóxicos, de terrenos industriales abandonados y en uso, como es el caso de predios de Ternium y los localizados en distritos como Residencial Anáhuac. (Proyecto nicolaíta para el saneamiento industrial).		X		SEMARNAT
Rehabilitar suelos de predios industriales abandonados o de aquellos espacios en los que se retiren los residuos, mediante acciones ordenadas de saneamiento industrial.		X		SEMARNAT
Reconvertir en espacios verdes las áreas industriales abandonadas, en desuso, o los predios subutilizados que suman 1.6 km2 del territorio municipal.		X		SEMARNAT
Incentivar el mantenimiento de cobertura vegetal (herbácea y elementos perennes) en los principales vacíos urbanos, áreas abandonadas o en desuso, espacios descubiertos industriales y baldíos, como es el caso de los terrenos de la CFE localizados en el distrito Casa Blanca (caso piloto) o de espacios de Ternium abiertos y subutilizados.		X		Municipio
Fortalecer la vigilancia de las normativas involucradas en el saneamiento de terrenos industriales (manejo de residuos y mitigación de emisiones).	X			<ul style="list-style-type: none"> SEMARNAT PROFEPA

316

Línea Estratégica	Promoción al saneamiento de canales y para el aprovechamiento de caudales estacionales en usos no esenciales			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Retirar residuos sólidos de los cuerpos de agua; arroyo Topo Chico, La Talaverna y El Pino, desde el origen hasta su salida del territorio municipal (Campaña intergubernamental permanente de saneamiento de arroyos).	X			CONAGUA
Promover mejoras para la inspección y la vigilancia, que permitan eliminar las descargas comerciales y de servicios, en canales y cauces de arroyos principales.		X		<ul style="list-style-type: none"> CONAGUA SADM
Usar caudales de manera no consuntiva para el riego de áreas verdes en contornos de canales y cauces principales.		X		CONAGUA
Implementar la integración de parques filtrantes (SbN) en el trayecto del actual canal del arroyo Topo Chico, en las secciones de intervención definidas en el Proyecto Metropolitano Manejo Sostenible de la Cuenca del Arroyo Topo Chico, de la Cartera de Proyectos 2030 SNG (ONU-Habitat, 2021).		X		Municipio
Recuperar acequias en parques principales, a partir del planteamiento y la réplica del Proyecto Estratégico Gran Parque Nogalar, de la Cartera de Proyectos 2030 SNG (ONU-Habitat, 2021).	X			SADM
Habilitar el funcionamiento de fuentes ya establecidas, y otros cuerpos de agua cercanos a los principales canales y arroyos del municipio, mediante el aprovechamiento no consuntivo del caudal, especialmente en el canal del arroyo Topo Chico.		X		CONAGUA

317



Estrategia 8

Gestión de Riesgos Hidroclimáticos

Esta estrategia corresponde al Sector Urbano, al Subsector Gestión de Riesgo y al Sector Equipamiento (infraestructura), de los definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio.

El territorio de San Nicolás de los Garza está expuesto a distintos eventos relacionados con la variación de las condiciones climáticas. Se considera que los eventos de más alto riesgo son lluvias torrenciales que derivan en inundaciones y avenidas de agua, así como la ocurrencia de temperaturas máximas y mínimas que pueden desencadenar las ondas cálidas y gélidas, así como sequías y heladas. En la actualidad, estos dos últimos fenómenos registran un nivel medio bajo de riesgo; las tormentas de nieve y polvo, tormentas eléctricas y tornados presentan bajos niveles de riesgo; las tormentas de granizo y ciclones tropicales se consideran de muy bajo riesgo. En las últimas décadas, han ocurrido eventos ocasionales de lluvias, que han derivado en inundaciones con graves afectaciones. La mayor cantidad de declaratorias de emergencias, desastres y contingencias climáticas entre 2000 y 2020 estuvieron relacionadas con lluvias atípicas en un 36%.

El comportamiento de las tormentas intensas en el territorio muestra que pueden presentarse lluvias extremas con una acumulación de hasta 70 mm en 1 hora, por lo que los sistemas de drenaje se ven rebasados. La mayor acumulación esperada en periodos de retorno de 5 años es de 110 mm y para 100 años, de 290 mm, lo que significa un aumento de más del doble de intensidad, por lo que es necesario adoptar medidas para aminorar estos riesgos en el territorio municipal.

Los puntos más frecuentes de inundaciones o encharcamientos originados por lluvia son recurrentes en las colonias Arboledas de San Jorge, Ampliación del Vidrio Sector 1 y 2, Bosques de Santo Domingo, Bosques del Nogalar, Estancia Minera Sector 1, José López Portillo, Las Misiones, Margarita Salazar, zonas comerciales e industriales, en las avenidas Manuel L. Barragán, Sendero Divisorio, Alonso Reyes, Lerdo de Tejada, Carretera Monterrey-Nuevo Laredo, Anillo Vial Metropolitano, San Nicolás, Lic. Adolfo López Mateos, De Las Flores, De la Juventud.

Los sitios con mayor incidencia de flujos superficiales derivados de los arroyos Topo Chico y Los Pinos se ubican principalmente en las colonias Las Puentes, Ciudad Universitaria, Cuauhtémoc Sector 1, Nova, Parques de Anáhuac, Valle de Las Puentes, Rincón de Los Álamos, Pradera de Santo Domingo, Margarita Salazar, Privada del Nogalar, Los Mezquites y Ampliación Villas Oriente, entre otros.

Las áreas de afectación por desbordamiento de canales y arroyos son mayores en el tramo Noreste del arroyo Topo Chico y al Sur del arroyo Los Pinos, Del Paseo, Vicente Guerrero, Las Puentes, Santo Domingo Constituyentes son parte de los distritos más expuestos y afectados.

En SNG, las temperaturas máximas registradas varían entre 39 °C y 50 °C. La zona con más aumento de temperatura es el Noroeste en los distritos Balcones y Residencial Anáhuac. Bajo condiciones de cambio climático, las temperaturas máximas extremas oscilan de los 46 °C hasta los 47.7 °C para los escenarios RCP 4.5 y de 46 °C hasta 50.35 °C para los escenarios RCP 8.5, es decir, las temperaturas cálidas extremas proyectadas se mantienen por encima de los 45° C al corto, mediano y largo plazo, lo que es preocupante si se considera el contexto físico urbano antropizado de SNG y las insuficientes áreas que brinden servicios ambientales para la regulación de impactos derivados de eventos climáticos extremos.

En cuanto a las sequías, han prevalecido condiciones anormalmente secas (D0) con 52 eventos de este tipo desde el año 2005. Los eventos de sequía extrema ocurrieron durante el 2011, mientras que en el 2021 se registró el mayor número de eventos de sequía, con un total de 11 periodos anormalmente secos y 6 de sequía severa. Aunque no se han registrado niveles de sequía excepcionales (D4), la tendencia en el número de eventos se observa al alza. En el oriente del territorio municipal se registra una susceptibilidad media a sequías para el periodo de retorno de 5 años, la mayor en este escenario. En contraste, para el periodo de retorno de 100 años se distinguen áreas con grados altos y muy altos de susceptibilidad a sequías distribuidos en el Noroeste, Centro y Este municipal.

Sobre la población más vulnerable a los efectos de las inundaciones, incremento de temperaturas y de isla de calor urbano, se aprecia que 67 049 residentes de SNG tienen 14 años o menos, lo que significa aproximadamente el 16% de la población del municipio. Los distritos Balcones, Santo Domingo, Los Nogales, Pedregal y Lagrange tienen más del 20% de su población en esta categoría de edad. Por otra parte, más del 50% de la población adulta mayor tiene entre 65 y 74 años, concentrada sobre todo en los distritos Centro (23%) y Anáhuac (25%), respectivamente. Los distritos Las Puentes, Centro, Constituyentes y Nogalar en el Suroeste de la ciudad tienen el mayor porcentaje de personas con discapacidad (más de 7%).

El incremento de las temperaturas en combinación con los efectos de isla de calor urbano y el patrón de ocupación de uso del suelo, ha derivado en la ocurrencia de incendios en áreas industriales y en terrenos baldíos (categoría baldíos e industriales), que cubren aproximadamente el 26% del territorio municipal, sumando 1.99 km² de áreas verdes, que pueden contener gran material combustible en la época de estiaje. Particularmente en el Centro y Sureste, predomina vegetación secundaria en zonas industriales o baldíos, aunque los camellones y las áreas verdes sin suficiente mantenimiento también representan un riesgo de incendio en los meses más calurosos.

Objetivos

- Complementar las acciones que se realizan en el municipio en materia de gestión de riesgos y protección a la ciudadanía frente a los impactos de la variabilidad del clima y en particular de los eventos hidrometeorológicos extremos.
- Promover la adecuación de distintos elementos del espacio público con un enfoque de medidas AbE y SbN, orientadas a prevención de inundaciones, disminución de la velocidad de las avenidas de agua en los márgenes de arroyos principales, infiltración subterránea, disminución de efectos de sequía, isla de calor urbano y ocurrencia de altas temperaturas y prevención de incendios.

Vinculación visión 2030

Metas 1.1, 1.2, 1.3

Línea Estratégica	Reducción de vulnerabilidad frente a lluvias extremas, inundaciones y avenidas de agua			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
<p>Implementar de manera prioritaria medidas de AbE, mediante intervenciones en sitios piloto para réplica y escalamiento posterior, en algunas de las áreas de mayor incidencia y afectaciones por inundaciones, encharcamientos y desbordamiento de canales y arroyos. Destacan dentro del territorio de SNG los sitios localizados en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trayectoria del arroyo Topo Chico, principalmente tramo Noreste del canal. • Áreas de influencia al Sur del arroyo El Pino. • Distritos Del Paseo, Vicente Guerrero, Las Puentes, Santo Domingo, Constituyentes, El Refugio, San Cristóbal y Andalucía. • Colonias Arboledas de San Jorge, Ampliación del Vidrio Sector 1 y 2, Bosques de Santo Domingo, Bosques del Nogalar, Estancia Minera Sector 1, José López Portillo, Las Misiones, Margarita Salazar. • Zonas comerciales e industriales, en las avenidas Manuel L. Barragán, Sendero Divisorio, Alonso Reyes, Lerdo de Tejada. • Carretera-Monterrey-Nuevo Laredo. • Anillo Vial Metropolitano. • Avenidas San Nicolás, Nogalar, Lic. Adolfo López Mateos, Av. las Flores, Av. de la Juventud. 	X			<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • SADM • Secretaría de Comunicaciones y Transportes • Secretaría de Medio Ambiente • Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana

Línea Estratégica	Reducción de vulnerabilidad frente a lluvias extremas, inundaciones y avenidas de agua				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
<p>Gestionar el control de avenidas de agua durante lluvias atípicas o extremas mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseñar e implementar galerías filtrantes o zanjas filtrantes en partes altas donde se origina la escorrentía (cerro del Topo Chico). Brindar mantenimiento a la red de drenaje en sitios de mayor riesgo de inundación (áreas citadas previamente; se estiman cerca de 102 km de vías de drenaje en riesgo), en coordinación con los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM). Promover la captación pluvial en azoteas de plazas e industrias, para el uso de volúmenes en actividades no esenciales (desarrollo de casos piloto). Adecuar áreas verdes (camellones, parques, esquinas ajardinadas) a partir de un enfoque de SbN en espacios adyacentes al canal del arroyo Topo Chico y arroyos principales. En particular, en los distritos Vicente Guerrero y Las Puentes. En las colonias Las Puentes, Ciudad Universitaria, Cuauhtémoc Sector 1, Nova, Parques de Anáhuac, Valle de las Puentes, Rincón de Los Álamos, Praderas de Santo Domingo, Margarita Salazar, Privada Nogalar, Los Mezquites y Ampliación Villas Oriente. Sustituir áreas pavimentadas del espacio público por materiales o infraestructura que favorezcan la infiltración y retención de humedad, sobre todo en el Centro y Norte del territorio. 	X			<ul style="list-style-type: none"> CONAGUA SADM FAMM 	

Línea Estratégica	Reducción de vulnerabilidad frente a lluvias extremas, inundaciones y avenidas de agua				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
<ul style="list-style-type: none"> Replicar y adecuar a SNG, en colaboración con la CONAGUA, la implementación de cortina o estructura rompepicos desarrollada para la presa Rompepicos Sta. Catarina, o bien, infraestructura que reduzca la velocidad del flujo (como diques de contención, muros, etc.), en las áreas de mayor pendiente del canal del arroyo Topo Chico y que se identifican en el Atlas Municipal de Riesgos (2021). Buscar la suspensión de todas las obras de canalización de arroyos, hasta contar con un proyecto integral, interinstitucional e intergubernamental para el manejo de caudales del Topo Chico, La Talavera y Los Pinos. 	X			<ul style="list-style-type: none"> CONAGUA SADM FAMM 	
<p>Fortalecer y priorizar medidas para la atención de población vulnerable en las zonas Norte, Centro y Oeste del municipio y en los distritos Balcones, Lagrange, Vicente Guerrero, Industrial, Nogalar, Pedregal, Del Paseo, Constituyentes, Andalucía, Santo Domingo y San Cristóbal, considerando lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejorar la movilidad y el acceso a centros de asistencia médica más cercanos como los Centros de Salud de Nogalar, la Unidad Médica de Atención Ambulatoria No. 65, Centro de Salud de Casa Bella y la Dirección General de Salud Pública Municipal ubicada en CEDECO. Integrar consideraciones para la atención a personas adultas mayores y a personas con discapacidad en las estrategias de preparación, reacción, evacuación y recuperación en caso de un evento. Fortalecer infraestructura y mecanismos que otorgan facilidades para las personas con discapacidades. Valorar posibilidades de reubicación de viviendas y población vulnerable en polígonos con alto riesgo de inundaciones y desbordamiento de canales. 	X			Municipio	

Línea Estratégica	Reducción de los efectos de sequía, isla de calor urbano y ondas cálidas			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Habilitar el funcionamiento de infraestructura de fuentes ya existentes y cuerpos de agua menores, con el abastecimiento de agua residual tratada y la red de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) modulares a implementarse en coordinación con los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) (ver líneas estratégicas en Materia de Servicios).	X			SADM
Sustituir áreas pavimentadas por material permeable y que retenga humedad en el Centro y Norte del municipio, en superficies con predominio de tipos de suelo Feozem. Articulación con el Proyecto Catalizador Activación del Centro de San Nicolás de los Garza, de la Cartera de Proyectos 2030 SNG (ONU-Habitat, 2021).		X		Municipio
Habilitar rociadores tipo niebla con ventiladores u otros dispositivos para refrescar ambientes en sitios estratégicos del espacio público (accesos a plazas públicas, espacios de cultura y recreación, áreas infantiles, corredores peatonales). Considerar sitios piloto.	X			Municipio
Sustituir paulatinamente techos de plazas, parques públicos y sitios de recreación constituidos por materiales acrílicos y plásticos, por estructuras bioclimáticas que permitan ventilación y proporcionen sombra. Considerar sitios piloto.		X		Municipio
Implementar infraestructura de sombra en paradas masivas del transporte público, en la salida de las estaciones del metro, corredores peatonales cercanos a centros educativos o industriales masivos, por ejemplo. Considerar sitios piloto.	X			Municipio
Promover el uso de sistemas de ventilación y rocío de neblina en espacios comunes abiertos de oficinas e industrias, corredores peatonales de acceso a instalaciones.		X		Municipio

Línea Estratégica	Reducción de los efectos de sequía, isla de calor urbano y ondas cálidas			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Implementar acciones o proyectos piloto en temporada de calor y permanentemente en áreas con mayores efectos derivados de altas temperaturas y de isla de calor urbano: <ul style="list-style-type: none"> -Zonas Centro, Norte y Sureste del municipio. -Distritos Pedregal, Del Paseo, Santo Domingo, San Cristóbal y Balcones. -Avenida Universidad y su intersección con Av. Sendero. -Avenida Miguel Alemán con su intersección con Av. Rómulo Garza. 	X			Municipio
Priorizar y fortalecer la atención en salud en los distritos Pedregal, Del Paseo, Talavera y Balcones, con enfoque hacia grupos vulnerables (población menor de 14 años y mayor de 65).	X			Municipio
Favorecer el acceso a asistencia médica de las y los habitantes de la zona de influencia de los alrededores de la ANP al Noroeste, así como del Este del municipio, sobre todo para los centros médicos como Roble Centro Médico S. A. de C.V., Centro de Gobierno Federal y Centro de Gobierno Estatal.	X			Municipio

Línea Estratégica	Prevención de incendios en vacíos urbanos y baldíos				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
	Integrar un enfoque ambiental para la prevención de incendios al Proyecto Catalizador Transformación de Vacíos Urbanos, de la Cartera de Proyectos 2030 SNG (ONU-Habitat, 2021), con particular atención al Noroeste del distrito Balcones.		X		<ul style="list-style-type: none"> Protección civil Dirección General de Parques y vida Silvestre
	Rehabilitar áreas y eliminar material combustible en vacíos urbanos (3.27 km ²) y baldíos municipales.	X			<ul style="list-style-type: none"> Protección civil Dirección General de Parques y vida Silvestre
	Diseñar una estrategia integral para reducción de incendios y control de quemas en terrenos baldíos e industriales.	X			<ul style="list-style-type: none"> Protección civil Dirección General de Parques y vida Silvestre

326

Línea Estratégica	Adecuación de infraestructura (equipamiento)				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
	<p>Implementar medidas SbN para la infiltración y retención de agua en áreas verdes cercanas, y diques de contención, según sea el caso, en sitios como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hospitales Roble, UMI y la Unidad Médica de Especialidades San Nicolás. Contorno o áreas contiguas a vías principales, sobre todo en avenidas como Jorge Treviño y Cristina Larralde cerca del arroyo Topo Chico, la avenida República Mexicana en el Norte, la Av. Juan Pablo II y la avenida Nogalar Sur. Los alrededores de 180 estaciones de transporte público localizadas en zonas con riesgo de inundación, encharcamiento o desbordamiento de canales, lo que representa el 45% de las estaciones del municipio. Estaciones de las líneas del Transmetro Las Puentes y Santo Domingo. Trayecto de 102 km del sistema de drenaje localizado en zonas inundables, lo que representa aproximadamente el 67% del total del sistema en SNG. 	X			Municipio
	Promover prioritariamente la adecuación de infraestructura educativa en 61 polígonos de SNG que destacan por el riesgo combinado que representan las islas de calor y la recurrencia de inundaciones, localizados en los distritos El Refugio y Las Puentes, y en el tramo noreste del canal del arroyo Topo Chico.	X			<ul style="list-style-type: none"> SEP Municipio

327

Línea Estratégica	Adecuación de infraestructura (equipamiento)			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Propiciar la ventilación, la sustitución de superficies pavimentadas por espacios con vegetación en áreas que aplique y las condiciones de sombra en planteles educativos de todo el municipio.	X			Municipio
Fomentar la adecuación de los alrededores de los centros de salud y de las propias instalaciones hospitalarias federales o privadas, para aminorar los efectos del incremento de temperaturas y ondas cálidas (mantenimiento y mejora de áreas verdes cercanas, ventilación y enfriamiento de instalaciones). Considerar como pilotos: Dirección de Salud Pública, Instituto Mexicano del Seguro Social no. 65, Servicios Integrales Nova de Monterrey, Christus Muguerza Hospital San Nicolás.	X			Protección civil
Mejorar el acceso y la movilidad, hacia refugios temporales, de la población que habita en áreas lejanas a un refugio, en los distritos Casa Bella, el límite entre Industrial y Anáhuac, Cuauhtémoc y San Cristóbal.	X			Municipio
Desarrollar un plan de refugio temporal para población vulnerable, que contemple la habilitación de espacios con capacidad de albergar a cerca del 18% de la población, para enfrentar emergencias por inundación.	X			Protección civil
Implementar mecanismos y políticas para evitar la construcción en zonas de alto riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos, así como el fomento y diseño de infraestructuras resilientes que puedan resistir y recuperarse rápidamente de los impactos de cambios del clima. Especialmente en los distritos Vicente Guerrero, El Refugio, Balcones, CEDECO, Anáhuac, Cuauhtémoc y Centro.		X		Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana Municipio



Estrategia 9

Adecuación para la Provisión

Esta estrategia corresponde al Sector Servicios y al Subsector Agua y Saneamiento, definido en el Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.

Al ubicarse San Nicolás de los Garza en la Región Hidrológico-Administrativa Bravo-Conchos (RHA-VI), dentro de la Región Hidrológica (RH) Río Bravo y la subcuenca del río Pesquería, la dinámica hidrológica del municipio está vinculada a las condiciones regionales y a las de la AUM. Pesquería está rodeada de las subcuencas de Salinas al Norte, Marte R. Gómez al Noreste y San Juan al Este; en el Sur se une a la subcuenca Monterrey y limita al Oeste con la del río San Miguel.

El estrés hídrico en la región es crítico, y particularmente la subcuenca del río Pesquería se reporta sin disponibilidad (-25.622 hm³) y con alta vulnerabilidad a las sequías. El acuífero de la AUM se considera sobreexplotado (DMA: -11.51 hm³/año) y con limitaciones para el aprovechamiento de agua para consumo humano (STD: 850 a 7300 mg/l; se supera el límite máximo permisible de 1000 ppm, NOM-127-SSAI-1994), aunque hay una asignación de volumen de los sistemas Campo Topo Chico en SNG y Los Elizondo.

Como medida estructural para enfrentar inundaciones, se ha planteado a nivel metropolitano la canalización del arroyo Topo Chico (Plan Hídrico 2050; FAMM, 2018); no obstante, esta medida ha incrementado la velocidad de los caudales en caso de eventos de lluvia extrema, además de perderse la posibilidad de aprovecharlos en su curso por el territorio municipal. Los caudales salen rápidamente de SNG y, en el mejor de los casos, sin causar daños a la infraestructura o a la población de zonas susceptibles a inundaciones y al desbordamiento de canales.

Para hacer frente a algunos de los impactos asociados a los cambios del clima, SNG requiere diversas acciones para mejorar o complementar la provisión de agua. Al 2020, únicamente el 8.28% de la población de SNG contaba con infraestructura de tinaco y cisterna en su vivienda. En algunos distritos, la proporción llegaba a ser del 1%, y se registraban sitios sin ninguna posibilidad de almacenamiento domiciliario. En condiciones de incremento de temperaturas, ocurrencia de ondas cálidas, o bien, de sequías de distinta índole y magnitud, que eventualmente implican la intermitencia o hasta la interrupción de los servicios de provisión de agua potable; la baja capacidad de almacenamiento del vital líquido puede dejar a la población totalmente desprotegida para hacer frente a situaciones adversas.

Una de las estrategias que el municipio ha promovido para favorecer el confort climático en la época más calurosa es el mantenimiento de áreas verdes; sin embargo, se requieren fuentes complementarias de agua que aseguren que dichas áreas cumplan su función en caso de un aumento de las temperaturas en el territorio. No obstante, no se encontraron registros sobre el tratamiento de aguas residuales, ni sobre la práctica del reúso de agua tratada en distintos sectores.

Objetivos

- Las condiciones esperadas del cambio climático en el territorio municipal, lo que involucra la colaboración y concurrencia de todos los órdenes de gobierno y decisiones desde diferentes sectores y actores de la AUM, y de la región hidrológica de la que forma parte SNG.
- Promover medidas complementarias para fortalecer el abasto de agua a la población mediante el incremento de la capacidad de almacenamiento domiciliario, la recuperación de caudales pluviales para usos no esenciales y la provisión a partir del agua residual tratada y su reúso.
- Complementar acciones para la recuperación y el mantenimiento de servicios ambientales en el territorio, así como las relacionadas con la reducción de los efectos de sequía, isla de calor urbano y ocurrencia de ondas cálidas, y de las estrategias de adaptación en las materias Ambiental y Urbana, que se definieron previamente.

Vinculación visión 2030

Metas 1.1, 1.2, 1.3

Línea Estratégica	Fortalecimiento de provisión y almacenamiento domiciliario			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Articular acciones con SADM para mejorar y ampliar el abastecimiento de agua potable en la zona oriente de mayor vulnerabilidad climática del municipio, en distritos como La Fe, Talavera y San Cristóbal, y en las colonias de reciente creación, seguida de las zonas Centro y Sur del territorio.	X			SADM
Facilitar la adquisición de infraestructura o equipo, según factibilidad, para el almacenamiento de agua en 8000 viviendas sin dicha infraestructura, identificadas en los distritos Lagrange, Santo Domingo e Industrial.	X			SADM

Línea Estratégica	Habilitación de condiciones para el reúso de agua tratada			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Favorecer el desarrollo de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y rehabilitar plantas (PTAR) sin operar.	X			SADM
Diseñar e implementar red de PTAR modulares, en coordinación con SADM, que aseguren provisión para el mantenimiento de áreas verdes en sitios estratégicos del territorio, para hacer frente al incremento de temperaturas y al impacto por sequía en polígonos identificados de los siguientes distritos: Cuauhtémoc, Balcones, Casa Bella, San Cristóbal, Santo Domingo, Lagrange, Pedregal, Del Paseo, Casa Blanca y Residencial Anáhuac.	X			SADM
Evaluar la factibilidad de implementar línea(s) morada(s) en sitios estratégicos para distribución de agua residual tratada hacia establecimientos comerciales y de servicios, para actividades que no requieran agua de primer uso (proyectos de diseño o adecuación de líneas moradas)		X		SADM
Articular la red de PTAR modulares y líneas moradas con las acciones para rehabilitar y promover la ampliación de infraestructura de fuentes, para su funcionamiento con agua residual tratada.	X			SADM
Sustituir gradualmente y fomentar el intercambio de agua de primer uso o con calidad para consumo humano, por agua residual tratada en rubros de actividad municipal y sectores de comercio y servicios que puedan emplearla en actividades no esenciales como el mantenimiento de áreas verdes o usos sanitarios.		X		SADM

Línea Estratégica	Habilitación de condiciones para el reúso de agua tratada			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Liberar volúmenes de primer uso que puedan apoyar la contingencia por sequía, mediante el incentivo para la adquisición de PTAR privadas y el reúso de agua tratada en servicios sanitario, limpieza y mantenimiento de áreas verdes, así como en condominios, unidades habitacionales, empresas, comercios o industrias.	X			SADM
Promover casos exitosos para su posible réplica, sobre aplicación de tecnologías para uso eficiente del agua, tratamiento y reúso de agua residual tratada, como por ejemplo las iniciativas de "UANL Sustentable" y "Distrito Tec".		X		UANL
Fomentar el reúso de agua residual tratada de manera gradual para el mantenimiento y los servicios en espacios públicos, parques y jardines, escuelas, industrias, empresas, oficinas de gobierno, establecimientos comerciales y de servicios.	X			SADM



4.2.4. Eje temático 3. Gobernanza Climática

La presente estrategia se sustenta en el principio de que las acciones relacionadas con el cambio climático y, en particular, la construcción de capacidades de respuesta son asuntos del conjunto de la sociedad nicolaíta; de aquí la importancia de generar condiciones de gobernanza climática, que favorezcan la implementación de las estrategias y acciones que se proponen.

En San Nicolás de los Garza se encontró que su capacidad adaptativa supera a la exposición y a la sensibilidad climática. Los distritos con mayor exposición en el horizonte cercano se ubican en el Norte de SNG y son Vicente Guerrero, El Refugio, Balcones y CEDECO, mientras que para el horizonte lejano a mayor exposición se desplazará al occidente en los distritos Anáhuac, Cuauhtémoc, Balcones y Centro. Esto se explica por la incidencia de altas temperaturas en los horizontes lejanos.

En términos de sensibilidad, son los distritos Pedregal, Vicente Guerrero y Lagrange, Nogalar, Balcones, Constituyentes e Industrial donde se concentran tanto las mayores condiciones de vulnerabilidad de la población como la presencia de equipamientos y mayor densidad de utilización del territorio. La mayor capacidad adaptativa se ubica, a su vez, en los distritos Pedregal, CEDECO, Centro y Del Vidrio, mientras que los de menor capacidad adaptativa son Industrial, Balcones y San Cristóbal.

En cuanto a la vulnerabilidad climática futura, al horizonte cercano los distritos con mayor intensidad son Vicente Guerrero, Balcones, El Refugio e Industrial. En el horizonte lejano, se mantienen los distritos Industrial, Balcones y Vicente Guerrero como aquellos con mayor vulnerabilidad climática.

Línea Estratégica	Fortalecimiento de provisión y almacenamiento domiciliario			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Mejorar y ampliar el drenaje pluvial en principales vialidades y puntos conflictivos por encharcamientos e inundaciones, los cuales se han mencionado previamente en las estrategias de la materia Urbana.		X		SADM
Incentivar la captación de agua pluvial en diversas modalidades y el uso no esencial de volúmenes en establecimientos de gran tamaño, como plazas, centros educativos, empresas, industrias. Desarrollo de casos demostrativos.		X		SADM
Promover el establecimiento y la reconversión de estacionamientos pavimentados en áreas con cobertura vegetal, mediante el aprovechamiento de la captación pluvial para su mantenimiento (estacionamiento del estadio en Av. Universidad, casos demostrativos en plazas o industrias).		X		SADM



	Información para la toma de decisiones
	Normatividad y regulación
	Fortalecimiento institucional
	Gestión metropolitana
	Comunicación y educación ambiental
	Construcción de ciudadanía

La vulnerabilidad climática del municipio es un reflejo de la complejidad con la que se expresan los factores sociales, económicos, urbanos y ambientales en su territorio, que a su vez determinan la forma en la que se verían impactados diferentes grupos de población, áreas y sectores de actividad en SNG, bajo las condiciones esperadas del cambio climático. No obstante, la capacidad adaptativa del municipio supera a la exposición y a la sensibilidad climática, lo que representa oportunidades para avanzar gradualmente en la construcción de capacidades para la adaptación de las personas, el territorio y las actividades económicas, a los impactos previsibles del fenómeno de cambio global.

Así, el eje temático 3. Gobernanza Climática pretende incluir aspectos transversales como los procesos de gobierno, instituciones, procedimientos y prácticas de la gestión ambiental y en particular los relacionados con los alcances de la política climática, que son necesarios para la implementación de acciones de la EMAC-SNG. Este eje se estructura en 6 estrategias, 13 líneas estratégicas y 74 acciones (Figura 45).

	E10	Información para la toma de decisiones	LE: Generación de conocimiento para la adaptación climática LE: Generación de información para la mitigación de emisiones de compuestos y GEI
	E11	Normatividad y regulación	LE: Fortalecimiento de instrumentos normativos LE: Mejora regulatoria
	E12	Fortalecimiento institucional	LE: Financiamiento LE: Construcción de capacidades
	E13	Gestión metropolitana	LE: Coordinación Intergubernamental LE: Participación municipal en órganos de decisión metropolitanos en materia ambiental y relativa a la gestión de riesgos climáticos.
	E14	Comunicación y educación ambiental	LE: Capacidades de respuesta frente a emergencias
	E15	Construcción de ciudadanía	LE: Registro y reporte de emisiones LE: Patrones de uso y consumo LE: Cultura para ahorro, uso eficiente, revalorización y reúso de agua tratada LE: Urbanidad y buenas prácticas

Figura 45. Estructura del eje temático Gobernanza Climática de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia.

Para aprovechar el potencial que representa la alta capacidad adaptativa de SNG, la acción climática requiere condiciones de gobernanza municipal sustentadas en:

- Información estratégica para tomar decisiones y diseñar políticas públicas.
- Un marco jurídico sólido y mejorado para la aplicación de la ley.
- Instituciones locales fortalecidas, eficientes y transparentes.
- Un gobierno municipal que sea garante de los derechos humanos relacionados a la salud, la educación y un ambiente sano.
- La posibilidad del municipio para incidir en las políticas públicas del entorno metropolitano e, incluso, regional.
- Valores ciudadanos que fomenten la responsabilidad frente al fenómeno de cambio global.
- Una ciudadanía que participe en las decisiones de manera efectiva, informada y organizada.
- El monitoreo efectivo de las acciones.

338



Estrategia 10

Información para la Toma de Decisiones

Las estrategias de este eje temático corresponden al Sector Institucional y a los Subsectores Gobierno y Educación, de los definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.

Línea Estratégica	Generación de conocimiento para la adaptación climática				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Caracterizar las condiciones edáficas de vacíos urbanos.		X		Municipio	
Diagnosticar los recursos hídricos en territorio municipal y los servicios de agua y saneamiento.	X			<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • SADM 	
Evaluar la factibilidad de rehabilitación de los arroyos Topo Chico, La Talavera y Los Pinos.		X		<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • SADM 	
Identificar los requerimientos de infraestructura para agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales municipales.	X			SADM	
Estimar el potencial de captura, almacenamiento y conservación de carbono de áreas verdes y ANP.		X		SEMARNAT	
Identificar focos de calor y susceptibilidad a incendios en suelo urbano (baldíos, vacíos urbanos, otros).	X			Municipio	

339

Línea Estratégica	Generación de conocimiento para la adaptación climática			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Estimar las factibilidades para la modernización y ampliación de la red de drenaje sanitario, optimización de drenaje y recuperación de agua pluvial.	X			SADM
Estimar la factibilidad técnica y financiera para la implementación de tarifa hídrica municipal asociada a la eficiencia en la provisión de servicios y la creación de infraestructura para distribución y reúso de agua residual tratada. Se sugiere la búsqueda de financiamiento complementario del Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey (FAMM).		X		SADM

Línea Estratégica	Generación de información para la mitigación de emisiones de compuestos y GEI			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Fortalecer el Inventario Municipal de Gases y Compuestos del Efecto Invernadero considerando la diferenciación por fuente y sector, las emisiones directas de gases de efecto invernadero y las indirectas asociadas al uso de energía y las emisiones efectuadas por actividades no reservadas a la federación o al estado, comúnmente consideradas como fuentes de área.	X			Municipio
Modelar los patrones de dispersión de las principales fuentes fijas municipales, caracterizadas según las principales partículas contaminantes.		X		Municipio
Sistematizar la plataforma de registro de pequeños emisores, que automatice el Reporte de Operación Anual de las actividades comerciales y de servicios con emisiones por debajo de 4999 tCO2e/año.	X			Secretaría de Medio Ambiente
Evaluar las emisiones fugitivas que pudieran estar asociadas a vialidades no pavimentadas y predios sin cobertura vegetal (PM2.5 y PM10).		X		Secretaría de Medio Ambiente
Realizar un censo municipal de las actividades económicas con emisiones fugitivas de COV, NOx y PM2.5, como Servicios relacionados con la actividad agropecuaria, Construcción (edificación residencial, edificación no residencial, obras de ingeniería civil), Comercio al por mayor de materias primas (para actividades agropecuarias y forestales, industriales, de la construcción, de mantenimiento automotriz), Comercio al por menor (enseres de limpieza, insumos para la construcción, artículos de tlapalería, combustibles y lubricantes), Servicios de limpieza, Servicios de reparación y mantenimiento de automóviles y camiones, Servicios de reparación y mantenimiento de equipo y maquinaria para la industria.		X		<ul style="list-style-type: none"> Secretaría de Medio Ambiente Municipio

Línea Estratégica	Generación de información para la mitigación de emisiones de compuestos y GEI			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Integrar el análisis del congestionamiento vehicular y movilidad municipal, que diagnostique las necesidades en la materia.	X			Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana
Realizar censo de pacientes residentes del municipio con enfermedades respiratorias que pudieran estar vinculadas a problemas de calidad del aire.	X			Secretaría de Salud del estado
Sistematizar la plataforma de consulta del padrón de sitios autorizados para la disposición final de residuos de manejo especial.	X			Secretaría de Medio Ambiente
Sistematizar la plataforma de registro de pequeños generadores, que automatice el reporte de generación de residuos de las actividades comerciales y de servicios, que generen entre 1 y 9.99 t/a.	X			Secretaría de Medio Ambiente
Realizar un estudio de factibilidad para el reúso de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, como combustibles dentro de los procesos industriales.	X			Secretaría de Medio Ambiente

342



Estrategia 11

Normatividad y Regulación

Las estrategias de este eje temático corresponden al Sector Institucional y a los Subsectores Gobierno y Educación, de los definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.



343

Línea Estratégica	Fortalecimiento de instrumentos normativos			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
<p>Crear un Reglamento para el Funcionamiento de Establecimientos Comerciales y de Servicios, que regule la expedición de Licencias de Funcionamiento de actividades emisoras en congruencia con los Reglamentos de Cambio Climático y el de Protección Ambiental, conforme a un procedimiento administrativo que revise las condicionantes establecidas en el art. 61 del Reglamento de Protección al Medio Ambiente Municipal.</p>		X		Cabildo
<p>Reformar los Reglamentos de Construcción, de Desarrollo Urbano, y el de Construcción y Protección de Aceras del Municipio, considerando los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer la revisión de medidas de prevención de dispersión de partículas como parte de los elementos a evaluar en los Estudios de Impacto Ambiental, y Estudios de Impacto Urbano. • Integrar lineamientos para que los particulares, propietarios de predios baldíos, ejecuten medidas de humidificación, cobertura o control de dispersión de polvos. • Prever la implementación de medidas para la prevención de dispersión de polvos durante la realización de obras de cambio de uso de suelo, así como de construcción, rehabilitación y mantenimiento de edificación residencial, no residencial y de obra de ingeniería civil, tanto pública como privada. • Considerar lineamientos sobre diseño bioclimático, en el que se priorice el aislamiento térmico natural, el uso de instalaciones altamente eficientes y el uso de energías renovables. • Establecer lineamientos para la gestión, el aprovechamiento y la disposición final de residuos derivados de la construcción o demolición. 		X		Cabildo

344

Línea Estratégica	Fortalecimiento de instrumentos normativos			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
<p>Reformar el Reglamento de Protección al Medio Ambiente, considerando los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regular las actividades comerciales y de servicios que anualmente generen entre 1 y 9.99 t de RSU. • Establecer lineamientos para la gestión, aprovechamiento y disposición final de residuos derivados del mantenimiento de jardines. • Establecer lineamientos específicos a cumplir por las fuentes fijas obligadas a reporte municipal conforme el art. 33 del RCC y los arts. 61, 64 y 69 del RPMASNG. 		X		Cabildo
<p>Fortalecer el Reglamento General de Inspecciones del Municipio, para la integración de lineamientos de compensación, remediación y regularización de las actividades sobre las que el municipio es competente.</p>		X		Cabildo

345

Línea Estratégica	Mejora regulatoria			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Actualizar periódicamente los instrumentos de planeación urbana para garantizar la compatibilidad de los usos de suelo, y restringir los relacionados con la generación de emisiones de GEI en zonas contiguas a áreas habitacionales.		X		Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana
Integrar dentro del PMDU incentivos para delimitar zonas exclusivas para pasos peatonales y fomentar la movilidad no motorizada en sitios de baja congestión vehicular.		X		Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana
Establecer restricciones horarias en diferentes modalidades que consideren el tamaño del transporte de carga, las zonas de circulación y las áreas de descarga de transportes de gran tamaño asociados al uso industrial.	X			Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana

346



Estrategia 12

Fortalecimiento Institucional

Las estrategias de este eje temático corresponden al Sector Institucional y a los Subsectores Gobierno y Educación, de los definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.

347



Línea Estratégica	Financiamiento				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Adecuar el presupuesto de egresos del municipio para el uso eficiente y priorizado de los recursos conforme a la Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios.	x			Cabildo	
Fortalecer los mecanismos financieros municipales en materia ambiental y climática, mediante la adecuación de los programas presupuestales, la actualización de los sistemas tarifarios y la diversificación de las fuentes de financiamiento, así como las compensaciones ambientales por obra y todas aquellas derivadas de las Evaluaciones de Impacto Ambiental.	x			Cabildo	
Diseñar mecanismos y esquemas de co inversión entre los sectores público, privado y social, a través del esquema de asociaciones público-privadas.	x			Municipio	
Vincular los programas y proyectos municipales en materia climática, con los fondos provenientes de iniciativas globales y de otras entidades o mecanismos de financiamiento climático como el Fondo Verde para el Clima, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial, Global Environment Facility, Global Climate Change Alliance (ver Anexo 7.5).		x		Municipio	
Vincular los programas en materia de prevención y atención de riesgos derivados del clima, con los mecanismos de financiamiento establecidos en el Fondo para Pérdidas y Daños aprobado por la Conferencia de las Partes (COP27).		x		Municipio	
Ejecutar un aseguramiento financiero para los posibles daños causados por eventos climáticos extremos, que permita implementar medidas de adaptación en vivienda, infraestructura y equipamiento público en el municipio, especialmente en los distritos Pedregal, Nogalar, Centro, Lagrange, Vicente Guerrero, Constituyentes e Industrial.		x		Municipio	

Línea Estratégica	Financiamiento				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Diseñar y aplicar tarifa hídrica municipal, asociada a la eficiencia en la provisión de servicios y a la creación de infraestructura para distribución de agua residual tratada (líneas moradas en coordinación con los SADM).		x		SADM	
Enfocar inversiones a zonas y a grupos que requieran atención prioritaria como los distritos San Cristóbal, La Fe, Pedregal, Talavera, Vicente Guerrero, Balcones, Industrial y El Refugio, así como a grupos poblacionales más vulnerables como es el caso de los adultos mayores en el distrito Centro.			x	Municipio	
Replicar inversiones que han favorecido las condiciones de desarrollo de los distritos con mayor capacidad adaptativa, como es el caso de Pedregal, CEDECO, Centro y Del Vidrio.			x	Municipio	

Línea Estratégica	Construcción de capacidades			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Fortalecer las capacidades en los servidores públicos mediante la generación de convenios de colaboración con otras entidades gubernamentales, organismos internacionales y organizaciones de la sociedad civil, brindándoles conocimientos que les permitan asumir agendas de acción por el clima.	X			Municipio



Estrategia 13

Gestión Metropolitana

Las estrategias de este eje temático corresponden al Sector Institucional y a los Subsectores Gobierno y Educación, de los definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.

Línea Estratégica	Coordinación Intergubernamental			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Vincular los procesos de ocupación territorial en el municipio con los ordenamientos territoriales y ecológicos superiores aplicables.		X		Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana
Promover el fortalecimiento del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental mediante la actualización y el mantenimiento de las estaciones de monitoreo estatales que se ubican dentro del municipio. Incluyendo la calibración de los equipos, la actualización del software del sistema de monitoreo, y la instalación de nuevos sensores para la medición de otras partículas criterio (NO2, SO2, CO y Pb).		X		Secretaría de Medio Ambiente
Incentivar la implementación de programas sectoriales de respuesta ante contingencias atmosféricas aplicables a actividades altamente emisoras (por encima de los 5000 tCO2e/anuales).	X			Secretaría de Medio Ambiente
Homologar las plataformas, los sistemas y los procedimientos de registro de operación de fuentes fijas, utilizados a nivel estatal y municipal.	X			Secretaría de Medio Ambiente

Línea Estratégica	Coordinación Intergubernamental			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Promover programas de incentivos para la industria, enfocados en la de reducción de emisiones en sus procesos como la instalación de sistemas de combustión de lecho fluidizado, de combustión catalítica o de gasificación (para la reducción de SO2 y NOx); la instalación tecnologías de control de emisiones como precipitadores electrostáticos y filtros de mangas (para la reducción de PM2.5, PM10 y Pb), así como el uso de combustibles altamente eficientes, especialmente aquellos no fósiles (para la reducción de CO, CO2, NOx).		X		Secretaría de Medio Ambiente
Recomendar la reducción de los altos niveles de NO2 en la industria metalúrgica, mediante la sustitución del ácido nítrico, por ácido cítrico, ácido fórmico, tratamientos térmicos y láser, la deposición química de vapor o la oxidación anódica, en sus procesos de producción de aceros inoxidables.		X		Secretaría de Medio Ambiente
Favorecer la reducción de emisiones de NOx, CO y PM2.5, mediante incentivos para la sustitución de las unidades de transporte de los servicios colectivos concesionados, por vehículos eléctricos o híbridos.		X		Secretaría de Medio Ambiente
Regular la ubicación congruente de las fuentes emisoras (chimeneas y ductos) respecto de las dinámicas atmosféricas locales y de los usos de suelo circundantes.			X	Secretaría de Medio Ambiente
Habilitar mecanismos de revalorización y tratamiento de residuos sólidos (RSU) y residuos de manejo especial (RME), con énfasis en áreas industriales.	X			Secretaría de Medio Ambiente
Promover la conectividad ambiental regional a partir de las propuestas del eje temático Resiliencia Urbana-Adaptación de la presente estrategia.		X		Secretaría de Medio Ambiente

Línea Estratégica	Coordinación Intergubernamental			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Articular acciones interinstitucionales e intergubernamentales con el ANP Reserva Natural Estatal Cerro del Topo Chico orientadas a: <ul style="list-style-type: none"> • Conservar cobertura vegetal (matorral submontano y desértico 0.8 km2). • Restringir extracciones de material (pedreras). • Implementar medidas para control de taludes. 	X			Dirección General de Parques y Vida Silvestre
Diseñar e implementar galerías o zanjas filtrantes en partes altas donde se origina la escorrentía (cerro del Topo Chico) e idealmente en partes altas de Santa Catarina (acción intermunicipal).		X		Secretaría de Medio Ambiente
Concertar mecanismos para la formalización y la búsqueda de certeza jurídica sobre fuentes subterráneas de agua y su extracción para usos municipales.		X		CONAGUA
Impulsar el rescate del acuífero Monterrey y la protección de zonas de recarga subterránea.		X		CONAGUA
Promover la creación de un Programa Metropolitano de Protección Ambiental y Crisis Climática.		X		Secretaría de Medio Ambiente
Concertar con los municipios metropolitanos y el gobierno del estado, la constitución de una Comisión Metropolitana para la Protección Ambiental y Crisis Climática, como ya se establece en el reglamento correspondiente.		X		Secretaría de Medio Ambiente

Línea Estratégica	Participación municipal en órganos de decisión metropolitanos en materia ambiental y relativa a la gestión de riesgos climáticos				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Desarrollar caso piloto de involucramiento del municipio SNG en órgano de administración del organismo operador metropolitano-estatal (SADM).	X			SADM	
Participar formalmente en los planes y programas a nivel regional y fortalecer acciones conjuntas contra la sequía (CONAGUA, Organismos de Cuenca, Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey).	X			CONAGUA, Organismo de Cuenca, FAMM	



Estrategia 14

Comunicación y Educación Ambiental

Las estrategias de este eje temático corresponden al Sector Institucional y a los Subsectores Gobierno y Educación, de los definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.

Línea Estratégica	Capacidades de respuesta frente a emergencias				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Capacitar a representantes vecinales, regidores y comités en protocolos de actuación en caso de emergencia hidrometeorológica. Prevención y atención de contingencias.	X			Municipio	
Mejorar el sistema de alertamiento temprano y su respectivo mantenimiento, para su aplicación en emergencias asociadas al impacto de fenómenos hidrometeorológicos.		X		CONAGUA SMN	
Fortalecer y constituir brigadas comunitarias para actuación antes, durante y después de emergencias por lluvias intensas, inundación, ondas cálidas y sequía.		X		Municipio	
Mejorar los protocolos de acción y salvaguardar a la población ante incendios, sequías, inundaciones y ondas cálidas, mediante la difusión, activación y aplicación del alertamiento temprano.	X			Municipio	
Desarrollar planes de emergencia familiar que incluyan acciones a tomar en caso de eventos climáticos extremos.	X			Municipio	

Línea Estratégica	Capacidades de respuesta frente a emergencias				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Priorizar acciones de información orientadas a la reducción del efecto "isla de calor urbano", en sector privado, domicilios particulares, condominios, entre otras encaminadas a la creación de capacidades locales.	X			Municipio	
Implementar programas de apoyo para el fortalecimiento de la infraestructura e instalaciones de la vivienda, ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos de riesgo.	X			Municipio	
Implementar campañas de difusión para la atención a la salud durante ondas cálidas (prevención de deshidratación, insolación y daño a la piel; cuidado a población infantil y personas adultas mayores; cuidado del agua de uso humano).	X			Municipio	
Promover la construcción y el mantenimiento de acequias barriales, domiciliarias, habitacionales (condominios) en zonas de mayor riesgo de sequía e interrupción de servicios de agua potable, que se identifican en las estrategias de la materia urbana del eje temático Resiliencia Urbana-Adaptación.	X			SADM	
Implementar centros educativos piloto del programa "Escuelas verdes" del Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE), articulando acciones para la preparación frente a eventos extremos del clima. Con prioridad o desarrollo de casos piloto en distritos con mayor proporción de población infantil afectada por inundaciones y ondas cálidas.	X			SEMEPRODE	

356

Estrategia 15
Construcción de Ciudadanía

Las estrategias de este eje temático corresponden al Sector Institucional y a los Subsectores Gobierno y Educación, de los definidos en el Reglamento de Cambio Climático del municipio SNG.

Línea Estratégica	Registro y reporte de emisiones				
	Acciones	Plazo			Corresponsable
		Corto	Mediano	Largo	
Promover la participación voluntaria de particulares en el monitoreo de partículas PM2.5 y PM10 dentro de las actividades de cambio de uso de suelo, obras de construcción y otras actividades consideradas como fuentes de área no reguladas.	X			Secretaría de Medio Ambiente	
Capacitar a particulares en materia de gestión ambiental a nivel municipal, en el que se incluyan temas de registro de emisiones y de generación de RSU o RME.	X			Secretaría de Medio Ambiente	

357

Línea Estratégica	Patrones de uso y consumo			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Implementar campañas de concientización respecto de los usos de suelo autorizados por distrito municipal y sus compatibilidades, a fin de promover la compra-renta responsable y disminuir la oferta de vivienda en torno a fuentes contaminantes.	X			Municipio
Sensibilizar a la población sobre el ahorro y el uso eficiente de la energía en domicilios y comercios, exponiendo los beneficios económicos existentes.	X			Municipio
Realizar campañas de promoción de consumo responsable que promuevan la compra inteligente de electrodomésticos y equipos electrónicos con alta eficiencia energética.	X			Municipio
Ejecutar programas de sensibilización de los particulares, para la promoción de patrones responsables de consumo que disminuyan la generación de residuos sólidos urbanos y fomenten la reutilización y reciclaje de materiales, como forma efectiva de disminuir la cantidad de residuos por confinar en rellenos sanitarios.	X			Municipio

Línea Estratégica	Cultura para ahorro, uso eficiente, y revalorización y reúso de agua tratada			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Promover mecanismos para el ahorro y uso eficiente del agua de consumo humano a nivel municipal, en colaboración con los SADM.	X			SADM
Brindar información y desarrollar capacidades para la valorización y el reúso de agua residual tratada en domicilios, comercios, empresas, oficinas e industrias.	X			SADM

Línea Estratégica	Urbanidad y buenas prácticas			
	Plazo			Corresponsable
	Corto	Mediano	Largo	
Fomentar el intercambio de experiencias y la construcción de capacidades para el mantenimiento de áreas verdes industriales, habitacionales, educativas.	X			Municipio
Replicar casos emblemáticos y buenas prácticas en materia climática y ambiental, ejecutadas por particulares.		X		Municipio
Desarrollar instrumentos para comunicación y educación sobre el manejo responsable de fauna silvestre en asentamientos humanos (piloto Unidad Mederos, UANL).		X		Dirección General de Parques y Vida Silvestre

5.1. Fundamentos

En la planificación estratégica en materia climática, es fundamental medir el progreso y los efectos de las estrategias propuestas para dar seguimiento a la vulnerabilidad y el riesgo asociados al cambio climático y a la contaminación atmosférica, que las comunidades enfrentarán en el futuro (Downing, 2017).

En el caso de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza (EMAC-SNG), se propone una relación de indicadores para el monitoreo y el seguimiento de la acción climática desde una perspectiva urbana, y cuyo propósito es que el municipio determine, en diversos escenarios, el grado de avance en la implementación de líneas estratégicas y acciones locales y su contribución a las metas nacionales.

La propuesta de indicadores se basa en esquemas de monitoreo urbano diseñados por ONU-Habitat y retomados en el documento Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU, 2021), adaptados a partir de la experiencia mexicana sobre la Iniciativa de las Ciudades Prósperas (CPI) (ONU-Habitat, INFONAVIT & SEDATU, 2018) y de varios índices de monitoreo como el Marco de Monitoreo de la Nueva Agenda Urbana (2017), el Marco de Indicadores Globales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015) y el Marco de Monitoreo Urbano Global (UN-Habitat, 2022).

La EMAC-SNG propone indicadores integrando los incluidos en la Matriz Indicativa de la Visión 2030-SNG, con aportes de ONU-Habitat, SNIA y UMF.

Se integran indicadores específicos para la EMAC-SNG, que provienen de la adaptación del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SEMARNAT, 2023), para de esa forma armonizar el monitoreo municipal con las metas establecidas a nivel global en el Acuerdo de París y a nivel nacional con las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) suscritas por México, además de indicadores diseñados directamente a partir de las estrategias, líneas estratégicas y acciones que se proponen en la presente Estrategia.

5. Elementos para monitoreo de la Estrategia



5.1.1. Mecanismos de monitoreo y evaluación de relevancia climática

Como pudo evaluarse en el documento Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021), hoy en día, el Gobierno Municipal cuenta con mecanismos internos de monitoreo y evaluación pensados para el seguimiento de los objetivos y las metas de los programas y las políticas públicas en ejecución, a los cuales se le suma la Estructura de la Matriz indicativa de resultados propuesta en el mismo documento.

De esta serie de mecanismos destaca que la mayoría de los indicadores actualmente medidos por el municipio provienen del seguimiento del Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 (POE,2021), regido por lo estipulado en la Ley de Planeación Estratégica del Estado de Nuevo León, los informes de transparencia regulados en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Nuevo León (POE, 2022) y el Control del Desempeño Institucional regulado en el Reglamento Orgánico del Gobierno Municipal de San Nicolás de los Garza, Nuevo León (POE, 2019).

Considerando que los indicadores actuales están diseñados para monitorear el avance de los programas operativos anuales de diferentes departamentos y el cumplimiento de los objetivos y estrategias del PMD actual, se puede apreciar la necesidad de contar con indicadores que midan acciones sostenibles y no vinculadas a programas temporales, sobre todo en temas relacionados con el medioambiente y el cambio climático.

En consecuencia, la matriz indicativa de resultados de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (Tabla 26) es muy adecuada para el monitoreo de acciones climáticas, debido a que incluye indicadores que miden acciones permanentes, ejecutadas con una frecuencia constante. Estos indicadores podrían utilizarse para monitorear las estrategias establecidas en la EMAC-SNG de la siguiente manera:

En total, se podrían adaptar seis indicadores para monitorear el eje temático 1 de la EMAC-SNG, que se enfoca en la protección ambiental y la mitigación, cinco indicadores para monitorear el eje temático 2, que aborda la resiliencia urbana y la adaptación, y dos indicadores para el eje temático 3, que versa sobre la gobernanza climática. Sin embargo, para lograr una mayor especificidad en la medición de los objetivos particulares de las líneas de acción formuladas, se propone incluir indicadores adicionales en el esquema de monitoreo de esta estrategia.

OBJETIVO VISIÓN 2030	INDICADOR	TIPO	PERIODICIDAD	ALINEACIÓN CON LOS INDICADORES PARA LOS ODS (UMF)	APLICACIÓN EN EMAC-SNG
Objetivo 1. Ciudad verde y resiliente	Arborización activa	Indicadores de resultados o impactos	Anual	11.7.1 Proporción media de la superficie edificada de las ciudades que se dedica a espacios abiertos para uso público de todos, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad (UMF)	Eje temático 2. Resiliencia Urbana- Adaptación
	Áreas verdes per cápita		Quinquenal		
	Número de huertos comunitarios y escolares activos	Indicadores de gestión o proceso	Anual	N/A	Eje temático 3. Gobernanza Climática
	Cantidad de acciones de sensibilización ambiental y a la resiliencia urbana implementadas		Anual		
Objetivo 3. Ciudad próxima y conectada	Unidades de transporte público	Indicadores de resultados o impactos	Anual	9.1.2. Volumen de transporte de pasajeros y carga, desglosado por medio de transporte	Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación
	Inversión en infraestructura de movilidad alternativa o micromovilidad respecto del total de inversión en infraestructura	Indicadores de gestión o proceso	Anual	N/A	Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación.
Objetivo 4. Ciudad cultural, vibrante y participativa	Conteo de intervenciones de urbanismo táctico implementadas	Indicadores de gestión o proceso	Anual	N/A	Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación

364

Tabla 26. Indicadores de monitoreo de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030, aplicables para la medición y seguimiento de la EMAC-SNG

Fuente: Elaboración propia a partir de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 (ONU-Habitat, 2021).

OBJETIVO VISIÓN 2030	INDICADOR	TIPO	PERIODICIDAD	ALINEACIÓN CON LOS INDICADORES PARA LOS ODS (UMF)	APLICACIÓN EN EMAC-SNG
Objetivo 5. Ciudad saludable y amigable	Muertes evitables por disminución de PM _{2.5}	Indicadores de resultados o impactos	Anual	3.0.1 Tasa de mortalidad atribuida a la contaminación de los hogares y del aire ambiente	Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación
	Recolección de residuos sólidos		Mensual		
	Consumo de energía renovable en alumbrado público y edificios municipales	Indicadores de gestión o proceso	Anual	7.2.1 Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía	Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación
	Cantidad de campañas de promoción de la salud implementadas		Anual		
Objetivo 6. Ciudad inclusiva e igualitaria	Porcentaje de la población vulnerable por carencias sociales	Indicadores de resultados o impactos	Bienal	1.3.1 Proporción de población cubierta por sistemas o niveles mínimos de protección social desglosada por sexo, distinguiendo entre los niños, los desempleados, los adultos mayores, las personas con discapacidad, las mujeres embarazadas, los recién nacidos, las víctimas de accidentes de trabajo, personas en situación de pobreza y los vulnerables.	Eje temático 2. Resiliencia Urbana- Adaptación
	Cantidad de equipamientos comunitarios existentes (centros del bienestar, albergues...)				

365

5.1.2. Bases para monitoreo de la EMAC-SNG

Se utilizan los indicadores aplicables de la Matriz Indicativa de la Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030 como punto de partida para proponer indicadores que permitan posteriormente diseñar un esquema de monitoreo de la EMAC-SNG, al cual se le adicionan elementos de los esquemas de monitoreo creados por ONU-Habitat, destacando la incorporación de los indicadores provenientes del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA, 1993) y del Marco de Monitoreo Urbano Global (UMF, 2017).

Debido a que el SNIA está conformado por indicadores cuyo objetivo es proporcionar información breve sobre los cambios y la situación actual del medioambiente y los recursos naturales en México, considerando las presiones a las que se enfrentan, su inclusión en el esquema de monitoreo de la EMAC-SNG resulta relevante para el seguimiento del eje temático 1. Protección Ambiental-Mitigación.

Por su parte, el UMF, por ser un sistema universal que armoniza índices e indicadores existentes para rastrear el desempeño de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y de la Nueva Agenda Urbana (NAU), resulta de importancia para la medición de los avances del eje temático 2. Resiliencia Urbana-Adaptación. Esto debido a que su objetivo principal es integrar cinco dominios del desarrollo urbano y vincularlos con cuatro objetivos de ciudad. La definición de indicadores provenientes del UMF permite evaluar el avance periódico del cumplimiento de la Agenda 2030 y de los ODS.

En cuanto a las materias para las que resultan útiles cada marco, destacan los dominios del UMF: sociedad, economía y medioambiente, a los que también se le suman el ámbito cultural y la gobernanza. Por su parte, en el SNIA, sobresalen los temas del Conjunto básico del desempeño ambiental (INE, 1993), que se enfoca en proporcionar información sobre las presiones que amenazan estos recursos y las respuestas institucionales en temas de atmósfera, agua, suelos, residuos, biodiversidad, recursos forestales y recursos pesqueros.

5.2. Indicadores para el monitoreo de la EMAC-SNG



En el seguimiento de la Estrategia Municipal para la Acción Climática de San Nicolás de los Garza, se han propuesto varios indicadores basados en los marcos de monitoreo descritos anteriormente. Estos indicadores se han ajustado según los objetivos de las estrategias y líneas estratégicas que se quieren vigilar, y se han clasificado según los ejes temáticos de la estrategia.

Para estos indicadores se proporciona su descripción, método de medición, articulación con los ODS y su contribución a las NDC de México, de tal forma que el municipio cuente con información básica sobre el indicador, en caso de que pretenda incluirlos dentro de un Sistema de Monitoreo Municipal.

A continuación, se desglosan de manera enunciativa, mas no limitativa:



5.2.1. Eje temático 1. Protección Ambiental-Mitigación

Tabla 27. Indicadores de monitoreo la EMAC-SNG del eje temático Protección Ambiental-Mitigación

Fuente: Elaboración propia .

Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación							
Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
AMBIENTAL	E1	Estaciones de monitoreo municipales instaladas o modernizadas	Indica la cantidad de estaciones de monitoreo* de propiedad municipal, así como la proporción de territorio a la que sirven. *Diferenciando la cantidad de estaciones con monitoreo completo de los siete contaminantes criterio establecidos en las NOM-SSAI, y las estaciones con mediciones específicas de determinados contaminantes criterio.		Unidades totalmente equipadas/superficie total del municipio	ODS 3. Salud y bienestar Meta asociada 3.9	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A. Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
		Días sobre la norma de la calidad de aire por contaminante criterio	Indica la cantidad de días en que se excede la concentración de los siete contaminantes criterio conforme a las NOM-SSAI.		Días sobre la norma por contaminante criterio/año	ODS 3. Salud y bienestar Meta asociada 3.9	Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A. Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
AMBIENTAL	E1	Cantidad de personas atendidas por enfermedades respiratorias relacionadas con problemas en la calidad del aire	Proporciona la cantidad de personas atendidas por los servicios médicos municipales, por afectaciones o enfermedades respiratorias que pudieran estar relacionadas con exposición a mala calidad del aire.		Cantidad de pacientes atendidos/año	ODS 3. Salud y bienestar Meta asociada 3.9	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A. Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
	E2	Emisiones totales de gases de efecto invernadero por año y por tipo de fuente	Mide el total de emisiones* realizadas en el año de medición, por las fuentes y actividades no reguladas por el estado o la federación. *Con fundamento en el Inventario Municipal de Emisiones de Gases y Compuestos del Efecto Invernadero.		Sumatoria de emisiones de las actividades Residenciales, Comerciales, Gubernamentales, Servicios Públicos, y otras actividades de competencia municipal/año	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.6	Se vincula con Componente de mitigación, y se utiliza para el cálculo de la contribución de reducción a la meta nacional.
		Emisiones anuales evitadas por tipo de fuente	Mide la cantidad de emisiones que se lograron evitar en el año base, mediante restar las emisiones totales efectuadas a las emisiones proyectadas, en donde ambos valores corresponden al mismo año base.		Línea base de Emisiones Proyectadas para el año-Emisiones totales efectuadas en el año* *La proyección de emisiones se realiza con datos de actividad y factores de emisiones como se reporta en el Informe del Inventario Nacional (NIR). Las emisiones totales se calculan de la suma de las emisiones reportadas en el Inventario Municipal de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.6	Se vincula con Componente de mitigación, y se utiliza para el cálculo de la contribución de reducción a la meta nacional.



Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación							
Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
URBANA	E3	Tasa de vehículos verificados voluntariamente por habitantes municipales	Se refiere a la cantidad de vehículos que son sometidos a un proceso de verificación o inspección voluntaria por parte de los propietarios de los vehículos en el municipio.		(Número de vehículos verificados voluntariamente/Población del municipio) x 1000	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.2	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Transporte. Específicamente aporta a la estrategia de Programas de transporte limpio.
URBANA	E3	Porcentaje de personas que utilizan bicicleta como medio de transporte dentro del municipio	Se utiliza para medir el porcentaje de la población de un municipio que utiliza la bicicleta como su principal medio de transporte.		(Número de personas que utilizan bicicleta como medio de transporte/Población del municipio) * 100	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.2	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Transporte. Específicamente aporta a la estrategia de Programas de transporte limpio.
		Porcentaje de población urbana viviendo en asentamientos colindantes a actividades emisoras	Describe la proporción de personas que habitan en áreas colindantes a actividades emisoras de GEI, incluidas las actividades industriales, de comercio y servicios, que constituyen fuentes fijas o de área.		(Población viviendo en zonas colindantes a actividades emisoras de GEI/Población total municipal) * 100	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.3	N/A
		Porcentaje de km lineales rehabilitados de las vialidades municipales	Mide el porcentaje de los kilómetros lineales de vialidades que han sido sometidas a un proceso de rehabilitación o mejora en relación con la longitud total de las vialidades existentes en el municipio.		(Kilómetros lineales de vialidades rehabilitadas/Kilómetros totales de vialidades municipales) * 100	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.3 y 11.b	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Transporte. Específicamente aporta a la estrategia de planeación urbana con criterios de cambio climático.
		Porcentaje de nuevas construcciones que incluyen criterios bioclimáticos y áreas verdes en su diseño	Mide la proporción de edificaciones recientes que han sido diseñadas y construidas teniendo en cuenta consideraciones ambientales y de sostenibilidad.		Proporción de nuevas construcciones que incluyen criterios bioclimáticos y áreas verdes en su diseño	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.3	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residencial y Comercial. Específicamente aporta a la estrategia de Normativas.
	E4	Porcentaje de construcciones particulares habilitadas para el uso de energía alternativa	Es el porcentaje de construcciones particulares que han sido adaptadas o equipadas para utilizar fuentes de energía alternativa en lugar de depender exclusivamente de fuentes convencionales, como la electricidad proveniente de la red o combustibles fósiles.		(Número de construcciones particulares habilitadas para el uso de energía alternativa/Total de construcciones particulares en el municipio) * 100	ODS 7. Energía asequible y no contaminante Meta asociada 7.1	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Generación Eléctrica. Específicamente aporta a la estrategia de Integración de energía limpia en la generación eléctrica.
URBANA	E4	Ahorro energético obtenido de la sustitución de equipos e instalaciones eléctricas en la infraestructura municipal	Mide la cantidad de energía que se ha ahorrado como resultado de la sustitución de equipos e instalaciones eléctricas menos eficientes por dispositivos más eficientes en la infraestructura municipal.		Consumo energético antes de la sustitución-Consumo energético después de la sustitución	ODS 7. Energía asequible y no contaminante Meta asociada 7.1	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Generación Eléctrica. Específicamente aporta a la estrategia de Integración de energía limpia en la generación eléctrica.



Eje temático 1. Protección Ambiental- Mitigación							
Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
SERVICIOS	E5	Porcentaje de particulares que separan sus residuos en al menos orgánicos e inorgánicos antes de desecharlos	Refiere a aquellas viviendas que, al desechar sus residuos sólidos, los clasifican en al menos dos categorías de las cuatro recomendadas a nivel nacional (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables, manejo especial y voluminosos).		(Viviendas particulares habitadas que separan residuos en orgánicos e inorgánicos/Viviendas particulares habitadas) * 100	ODS 12. Producción y consumo responsable Meta asociada 12.5	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residuos. Específicamente aporta a la estrategia de Reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión.
		Porcentaje de residuos reutilizados a nivel municipal	Mide la proporción de residuos que se someten a un proceso de reutilización en lugar de ser desechados o enviados a rellenos sanitarios.		(Residuos reutilizados a nivel municipal/ Total de residuos generados dentro del municipio) * 100	ODS 12. Producción y consumo responsable Meta asociada 12.5	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residuos. Específicamente aporta a la estrategia de Reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión.
		Porcentaje de residuos sólidos municipales con disposición final adecuada	Indica el porcentaje de RSU y RME que se disponen anualmente en rellenos sanitarios y/o reaprovechan en alguna otra actividad autorizada.		(Toneladas de Toneladas de RSU y RME dispuestos en sitios autorizados/Toneladas anuales de RMU y RME generados) * 100	ODS 12. Producción y consumo responsable Meta asociada 12.4	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residuos. Específicamente aporta a la estrategia de Mejora en la gestión integral de los residuos sólidos municipales.
		Porcentaje de sustitución de sistemas de iluminación incandescente por luminarias LED en el EP	Es el porcentaje de luminarias que se han sustituido por luminarias LED en los servicios de alumbrado municipal.		(Luminarias LED sustituidas/Total de luminarias del municipio) * 100	ODS 7. Energía asequible y no contaminante Meta asociada 7.1	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Generación Eléctrica. Específicamente aporta a la estrategia de Acceso Universal a la energía (limpia).



5.2.2. Eje temático 2. Resiliencia Urbana-Adaptación

Tabla 28. Indicadores de monitoreo la EMAC-SNG del eje temático Resiliencia Urbana Adaptación

Fuente: Elaboración propia .

Eje temático 2. Resiliencia Urbana – Adaptación							
Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
AMBIENTAL	E6	Cambio en la proporción de área verde por habitante	Mide la diferencia de superficie incrementada de área verde por habitante.		$(m2/hab \text{ del año de cálculo}) - (m2/hab \text{ del año base})$	ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres Meta asociada 15.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje C- Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos.
		Medidas de AbE diseñadas e implementadas	Mide la cantidad de medidas de adaptación basadas en ecosistemas (AbE) que se han diseñado e implementado en un determinado periodo de tiempo.		$(\text{Medidas de AbE diseñadas e implementadas} / \text{Total de medidas de adaptación diseñadas}) * 100$	ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres Meta asociada 15.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje C- Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos.
	E7	Capacidad de infiltración mejorada mediante la adecuación de áreas verdes municipales	Indica la diferencia de valores de la capacidad de infiltración de las principales áreas verdes municipales, previo a la implementación de políticas y una vez implementadas las políticas.		$\text{Capacidad de infiltración promedio de las áreas verdes municipales, en el año de cálculo} / \text{Capacidad de infiltración promedio de las áreas verdes municipales de la línea base}$	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.7	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático.
URBANO	E8	Número de personas afectadas por eventos hidrometeorológicos por cada 100 000 habitantes	Refiere a las personas reportadas que fueron afectadas por eventos hidrometeorológicos (lluvias, vientos, tormentas, huracanes, inundaciones, entre otros) de acuerdo con UNDRR en un periodo determinado.		$(\text{Sumatoria de personas afectadas por eventos hidrometeorológicos (2010-2018)} / \text{Población total}) * 100000$	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.5	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.



Eje temático 2. Resiliencia Urbana – Adaptación

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción	Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
URBANO	E8	Número de declaratorias de emergencia emitidas por año y relacionadas con cambios del clima	Refiere a la cantidad de declaratorias de emergencia que emite el municipio a partir de los impactos de diversos eventos hidrometeorológicos.	Sumatoria y, en su caso, tipo de declaratorias emitidas atribuibles a cambios del clima/Total de declaratorias* *Contingencia, emergencia, desastre.	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.b	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
		Porcentaje de infraestructura crítica expuesta a riesgo de inundación	Este indicador se basa en la información sobre la infraestructura crítica* que se encuentra dentro de las zonas con riesgo de inundación, y su representatividad porcentual a nivel municipal. *Hospitales, escuelas y albergues.	(Unidades de infraestructura crítica en áreas expuestas a riesgo de inundación/Total de infraestructura crítica del municipio) * 100	ODS 9. Industria, Innovación e Infraestructuras Meta asociada 9.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
		Porcentaje de vías de la red de transporte expuestas al riesgo de inundación	Este indicador se basa en la información sobre la red vial del Marco Geoestadístico, que se encuentran dentro de las zonas con riesgo de inundación, y su representatividad porcentual a nivel municipal.	(Unidades viales expuestas a riesgo de inundación/Total de vialidades del municipio) * 100	ODS 9. Industria, Innovación e Infraestructuras Meta asociada 9.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
		Cantidad de incendios urbanos en espacio público abierto, vacíos urbanos o terrenos baldíos	Indica la cantidad de incendios y conatos de incendios asociados a superficies descubiertas y atendidos al año, dentro del municipio.	Cantidad de incendios/año	ODS 3. Salud y bienestar Meta asociada 3.d	Se vincula con los componentes de Adaptación asociados con el manejo de vacíos urbanos, y con el de mitigación al relacionarse con la posibilidad de emisiones evitadas por fuentes de área.



Eje temático 2. Resiliencia Urbana - Adaptación

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción	Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
URBANO	E8	Equipamiento de salud por cada 1000 habitantes	Refiere a las unidades del equipamiento urbano que ayudan al cuidado de la salud (clínicas, centros de salud, hospitales, consultorios, entre otros).	(Número de unidades referentes al cuidado de la salud/Población total) * 1000	ODS 3. Salud y bienestar Meta asociada 3.8	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje E- Protección de infraestructura estratégica y patrimonio cultural tangible.
		Porcentaje de la población que vive dentro de un radio de 400 metros a partir de un equipamiento de atención médica básica y de urgencias (consultorios, clínicas y hospitales generales públicos y privados)	Porcentaje de personas que viven en zonas urbanas dentro de la delimitación municipal que tienen acceso a atención médica básica y de urgencias del sector público y privado (hospital, clínica y consultorio) en un radio de 400 m de su vivienda.	$POR_SAL = (POPTOTM / SAL400) * 100$ A_MU: Áreas de manzanas urbanas (ha) A_MU_SAL400: Áreas de manzanas urbanas (ha) dentro del área de influencia de 400m (B_ALI400) de un equipamiento de salud SAL400: Población en un radio menor de 400 m de un equipamiento de atención para el cuidado de la salud y urgencias del sector público y privado (hospital, clínicas y consultorio) POPTOTM: Población total a 2020 por manzana urbana POR_SAL: Porcentaje de la población a 400 m de distancia de atención médica para el cuidado de la salud y de urgencias.	ODS 3. Salud y bienestar Meta asociada 3.8	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje E- Protección de infraestructura estratégica y patrimonio cultural tangible.
		Capacidad de refugio de población afectada por emergencias hidrometeorológicas en albergues e instalaciones municipales	Refiere la cantidad y capacidad de instalaciones públicas para el albergue de la población en situaciones de emergencia relacionadas con cambios del clima.	Cantidad de albergues existentes o adaptados para la atención de emergencias en el municipio * Capacidad de refugio de cada uno	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.b	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.



Eje temático 2. Resiliencia Urbana – Adaptación

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción	Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
SERVICIOS	E9	Porcentaje de viviendas con sistemas de almacenamiento de agua	Señala el porcentaje de las viviendas particulares existentes dentro del municipio, que disponen y utilizan sistemas de almacenamiento* de agua como cisternas, aljibes o tinacos. *Para crear este indicador se utilizan dos indicadores del censo INEGI 2020: Porcentaje de viviendas con tinaco (VIV90_R) y Porcentaje de viviendas con cisterna o aljibe (VIV91_R).	(Viviendas con algún tipo de almacenamiento de agua/ Número de viviendas a nivel municipal) * 100	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático.
SERVICIOS	E9	Número de PTAR modulares instaladas en territorio municipal	Se refiere al número de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de tamaño reducido o modular que se han instalado en el territorio municipal para tratar las aguas residuales generadas en zonas específicas.	Número total de PTAR modulares que se han instalado/año	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático.
		Porcentaje de agua tratada reutilizada en el municipio para usos no esenciales	Mide la proporción de agua tratada que se utiliza para fines distintos a los de consumo humano directo o industrial crítico, como riego de parques y jardines, limpieza de calles y otros usos similares.	(Volumen de agua tratada que se utiliza para usos no esenciales/Volumen total de agua tratada en el municipio) * 100	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático.
		Porcentaje de agua tratada proveniente de usos industriales, reutilizada en el municipio para usos no esenciales	Mide la proporción de agua tratada que proviene de usos industriales y que se reutiliza en el municipio para usos no esenciales, como riego de jardines.	(Agua tratada reutilizada/Agua tratada proveniente de usos industriales) * 100	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático.
		Volúmenes de agua de primer uso liberados a partir de la captación de agua pluvial	Refiere a la cantidad de agua de primer uso provista a grandes usuarios, que se ha reasignado para uso humano directo, gracias a los volúmenes de agua de lluvia recolectada y aplicada para usos no esenciales en plazas, industrias, centros educativos y edificios	Volúmenes (l/s) anuales de agua de primer uso liberada por grandes usuarios.	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático
		Porcentaje de agua pluvial reutilizada para usos no esenciales	Mide la proporción de agua pluvial captada por grandes usuarios y que efectivamente se utiliza para fines no esenciales, como el riego de jardines, la limpieza de calles, en comparación con el total de agua pluvial captada.	(Volumen de agua pluvial reutilizada para usos no esenciales/Volumen total de agua pluvial captada) * 100	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático



5.2.3. Eje temático 3. Gobernanza Climática

Tabla 29. Indicadores de monitoreo la EMAC-SNG del eje temático Gobernanza Climática

Fuente: Elaboración propia.

Eje temático 3. Gobernanza Climática							
Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E10	Proporción de estudios elaborados a partir de los sugeridos en el eje temático de adaptación y aplicados a política pública	El indicador mide la cantidad de estudios realizados en un eje temático específico que han sido utilizados para informar y guiar el desarrollo de políticas públicas en un determinado periodo. Este indicador es útil para evaluar el grado en que la investigación y la información se utilizan efectivamente en la toma de decisiones de políticas públicas y para evaluar el impacto y la relevancia de los estudios realizados.		(Cantidad estudios realizados/Cantidad de estudios sugeridos) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	N/A
		Proporción de estudios elaborados a partir de los sugeridos en el eje temático de mitigación y aplicados a política pública	El indicador mide la cantidad de estudios realizados en un eje temático específico que han sido utilizados para informar y guiar el desarrollo de políticas públicas en un determinado periodo. Este indicador es útil para evaluar el grado en que la investigación y la información se utilizan efectivamente en la toma de decisiones de políticas públicas y para evaluar el impacto y la relevancia de los estudios realizados.		(Cantidad estudios realizados/Cantidad de estudios sugeridos) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	N/A
		Porcentaje de pequeños emisores de GEI sistematizados en plataforma municipal	Mide la proporción de pequeñas empresas o negocios en el municipio que han sido identificados y registrados en la plataforma municipal de registro para monitorear y gestionar sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).		(Cantidad de pequeños emisores sistematizados/Cantidad de unidades económicas DENU) * 100	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.6	Se vincula con Componente de mitigación, y se utiliza para el cálculo de la contribución de reducción a la meta nacional.
		Porcentaje de pequeños generadores de residuos registrados por el municipio	Hace referencia a la medición de la cantidad de pequeños generadores de residuos que han sido registrados y reportados al municipio. En general, los pequeños generadores de residuos pueden incluir hogares, pequeñas empresas, comercios y establecimientos de servicios.		(Cantidad de pequeños generadores registrados/Cantidad de unidades económicas DENU) * 100	ODS 12. Producción y consumo responsable Meta asociada 12.5	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residuos. Específicamente aporta a la estrategia de Reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión.



Eje temático 3. Gobernanza Climática

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E10	Porcentaje de avance en el registro de emisiones fugitivas	Mide el progreso en la identificación y registro de actividades económicas que generan emisiones fugitivas, es decir, emisiones no intencionales de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera.		(Cantidad de particulares registrados con emisiones fugitivas/Cantidad de unidades económicas DENUÉ) * 100	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.6	Se vincula con Componente de mitigación, y se utiliza para el cálculo de la contribución de reducción a la meta nacional.
	E11	Proporción de instrumentos normativos reformados en relación con los propuestos	Mide la efectividad en la implementación de propuestas de reforma a instrumentos normativos en el ámbito municipal. Se refiere a la proporción de instrumentos normativos que han sido reformados y puestos en marcha, en comparación con la cantidad total de propuestas presentadas.		(Número de instrumentos normativos reformados/ Número total de propuestas de reforma presentadas) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	N/A
		Porcentaje de energía eléctrica ahorrada por la implementación de lineamientos bioclimática	Mide la cantidad de energía eléctrica que se ahorra gracias a la implementación de estrategias de arquitectura bioclimática en un edificio. La arquitectura bioclimática se refiere a la utilización de técnicas de diseño y construcción que aprovechan las condiciones climáticas del entorno para reducir la necesidad de energía artificial para la climatización del edificio.		Determinar el consumo energético del edificio sin arquitectura bioclimática. Evaluar las características bioclimáticas implementadas. Realizar un análisis energético considerando características del edificio y sistemas utilizados para estimar el ahorro de energía. Comparar el consumo energético actual con el consumo de referencia.	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.5	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residencial y comercial. Específicamente aporta a la estrategia Normativas que fomenten la inclusión de mejores prácticas de construcción.



Eje temático 3. Gobernanza Climática

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E11	Porcentaje de obras de construcción con lineamientos de gestión ambiental	Se refiere a la proporción de obras de construcción que han sido diseñadas y ejecutadas de acuerdo con prácticas ambientalmente responsables (eficiencia energética, uso de materiales de construcción sostenibles, gestión adecuada de residuos y cuidado de la biodiversidad) en comparación con el total de obras de construcción del municipio.		(Obras de construcción nuevas que integran lineamientos de gestión ambiental responsable/Obras nuevas de construcción registradas en el municipio) * 100	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.5	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residencial y comercial. Específicamente aporta a la estrategia de Normativas que fomenten la inclusión de mejores prácticas de construcción.
		Proporción de instrumentos regulatorios reformados en relación con los propuestos	Mide la efectividad en la implementación de propuestas de reforma a instrumentos regulatorios en el ámbito municipal. Se refiere a la proporción de instrumentos normativos que han sido reformados y puestos en marcha, en comparación con la cantidad total de propuestas presentadas.		(Número de instrumentos normativos reformados/Número total de propuestas de reforma presentadas) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	N/A
		Incremento de usuarios de medios de movilidad no motorizada	Mide el cambio porcentual en el número de personas que utilizan medios de transporte no motorizados (como caminar, andar en bicicleta, patines, patineta) en comparación con el número de usuarios dentro de un año. Está relacionado con la promoción de medios de transporte más sostenibles y la reducción del uso de automóviles privados.		(Cantidad de usuarios que utilizan medios no motorizados del año de medición/Cantidad de usuarios que utilizan medios motorizados en el año base)	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.2	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Transporte. Específicamente aporta a la estrategia de Planeación urbana con criterios de cambio climático.
	E12	Porcentaje del presupuesto ahorrado a través de las medidas para el uso eficiente de los recursos	Mide el ahorro económico generado por la implementación de medidas de uso eficiente de recursos, como el ahorro de energía, agua, papel, entre otros. Este indicador refleja el impacto económico de las acciones implementadas para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y promover prácticas sostenibles.		(Presupuesto ahorrado por medidas de uso eficiente de recursos/Presupuesto total) * 100	ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico Meta asociada 8.2	N/A
		Cantidad recaudada anualmente a partir de las fuentes de financiamiento climático identificadas	Mide el monto de dinero que el gobierno municipal recibe por parte de las instancias y organismos internacionales que brindan financiamiento climático.		(Cantidad de recursos recaudada/Total de ingresos anuales del municipio) * 100	ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico Meta asociada 8.2	N/A



Eje temático 3. Gobernanza Climática

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E12	Porcentaje de servidores públicos capacitados en acción climática anualmente	Mide la cantidad de empleados públicos que han recibido capacitación en temas relacionados con el cambio climático y la sostenibilidad.		(Participantes capacitados en materia climática/ Total de servidores públicos del municipio) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.a	N/A
		Cambios en el Índice de Vulnerabilidad Climática Futura y los factores de Exposición, Sensibilidad y Capacidad adaptativa	Cambios en el índice de vulnerabilidad climática futura, y de los factores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa por distrito y a nivel municipal.		(IVC del año medido)-(IVC del año proyectado) (F. exposición o sensibilidad Capacidad del año medido)-(F. exposición del año proyectado)	ODS 3. Salud y bienestar Meta asociada 3.d	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
	E13	Número de convenios y/o acuerdos de colaboración para a la acción conjunta entre niveles de gobierno	Mide el número de convenios y acuerdos de colaboración que se han establecido entre entidades gubernamentales para la acción climática.		Cantidad de convenios y/o acuerdos firmados/año	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.a	N/A
		Número de espacios de coordinación metropolitana en los que participa con voz y voto el municipio	Se refiere a la cantidad de instancias o grupos de trabajo creados para la coordinación de políticas públicas a nivel metropolitano en los que el municipio tiene una participación con derecho a voz y voto.		Cantidad de espacios metropolitanos/año	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.a	N/A



Eje temático 3. Gobernanza Climática							
Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E13	Reducción de emisiones de GEI logradas a través de incentivos	Mide la cantidad de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que se han logrado gracias a la aplicación de incentivos fiscales (como descuentos fiscales, bonificaciones, entre otros).		Definir los incentivos fiscales implementados. Calcular las emisiones GEI antes y después de la implementación de los incentivos. Calcular la reducción de emisiones de GEI atribuible a la aplicación de incentivos fiscales. $(PER - PEP)/PEP \times 100$ Donde: PER es la cantidad de emisiones de GEI después de la implementación del programa de incentivos fiscales. PEP es la cantidad de emisiones de GEI antes de la implementación del programa de incentivos fiscales.	ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles Meta asociada 11.6	Se vincula con Componente de mitigación, y se utiliza para el cálculo de la contribución de reducción a la meta nacional.
		Número de brigadas constituidas para la actuación ante emergencias	Mide la capacidad del municipio para responder a situaciones de emergencia y desastre mediante la formación y organización de brigadas especializadas en diversas áreas, tales como atención médica, rescate, control de incendios, entre otras.		$(\text{Número de brigadas constituidas para la actuación ante emergencias} / \text{Población total del municipio}) \times 100$	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
		Número de medidas AbC diseñadas e implementadas	Se refiere a la cantidad de medidas de adaptación basadas en la comunidad (AbC) que han sido diseñadas y puestas en práctica en un determinado periodo. El objetivo es evaluar la capacidad del municipio para involucrar a la comunidad en la implementación de medidas de adaptación al cambio climático y para diseñar y ejecutar acciones.		Número de medidas AbC implementadas/Año	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.



Eje temático 3. Gobernanza Climática

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E13	Porcentaje de la población capacitada en materia de prevención y actuación en contingencias	Mide la proporción de la población que ha recibido capacitación en temas relacionados con la prevención y atención a contingencias ambientales, naturales o provocadas por el ser humano. Esto puede incluir capacitación en identificación de riesgos, preparación para impactos de eventos extremos, respuesta a desastres.		(Población capacitada en prevención y atención a contingencias/Población total del municipio) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
		Número de acequias construidas o rehabilitadas	Mide el número de acequias que han sido construidas o rehabilitadas en una determinada área geográfica y periodo de tiempo.		Número de acequias construidas o rehabilitadas/año	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.1	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático.
		Porcentaje de centros educativos incorporados al programa "Escuelas verdes"	Mide la proporción de centros educativos que se han incorporado al programa de educación ambiental "Escuelas verdes". Este programa tiene como objetivo fomentar la conciencia ambiental en la comunidad educativa y promover prácticas sostenibles en el ámbito escolar.		(Cantidad de centros educativos incorporados al programa Escuelas verdes/Cantidad total de centros educativos en el municipio) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
		Porcentaje de centros educativos que realizan adecuaciones para hacer frente a cambios del clima	Mide la proporción de instalaciones educativas que han realizado cambios y ajustes en su infraestructura o dinámicas para aminorar los impactos de eventos extremos del clima como puede ser ondas cálidas, sequías o impactos de lluvias atípicas. Considera elementos de infraestructura verde, ventilación, ajustes horarios, entre otros.		(Cantidad de centros educativos que realizan adecuaciones/Cantidad total de centros educativos en el municipio) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10 ODS 11. Ciudades sostenibles y resilientes ODS 13 Acción por el clima	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.



Eje temático 3. Gobernanza Climática

Materia	Estrategia	Indicador	Descripción	Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E13	Porcentaje de instalaciones hospitalarias que realizan adecuaciones para hacer frente a cambios del clima	Mide la proporción de instalaciones hospitalarias que han realizado cambios y ajustes en su infraestructura o dinámicas para aminorar los impactos de eventos extremos del clima como puede ser ondas cálidas, sequías o impactos de lluvias atípicas. Considera elementos de infraestructura verde, ventilación, regulación térmica, ajustes horarios entre otros.	(Cantidad de instalaciones hospitalarias que realizan adecuaciones/Cantidad total de instalaciones hospitalarias en el municipio) * 100	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.10 ODS 11. Ciudades sostenibles y resilientes ODS 13. Acción por el clima	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje A- Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio.
	E14	Porcentaje de personas impactadas con las campañas de concientización sobre patrones responsables de consumo	Mide el número de personas que han sido alcanzadas por las campañas de concientización sobre patrones responsables de consumo en el ámbito municipal. El objetivo es evaluar el alcance y la efectividad de las campañas de concientización para detonar hábitos de consumo responsable en la población.	(Población impactada por las campañas de concientización/Población total del municipio) * 100	ODS 12. Producción y consumo responsable Meta asociada 12.5	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residuos. Específicamente aporta a la estrategia de Reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión.
		Disminución en la generación de residuos sólidos urbanos por implementación de campañas	Mide la cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU) que se dejan de generar en una determinada población debido a la implementación de campañas de concientización sobre patrones responsables de consumo.	(Generación de residuos antes de la campaña - Generación de residuos después de la campaña)/Generación de residuos antes de la campaña) x 100	ODS 12. Producción y consumo responsable Meta asociada 12.5	Se vincula con Componente de mitigación, Subcomponente Residuos. Específicamente aporta a la estrategia de Reaprovechamiento, reciclaje, compostaje y biodigestión.
	E15	Porcentaje de ahorro de volúmenes de agua de primer uso, asociados al reúso de agua residual trata	Mide la reducción en la cantidad de agua limpia utilizada como resultado de la implementación de prácticas de reúso de agua residual. El reúso de agua residual implica el tratamiento y la utilización de agua residual tratada para fines no potables, como el riego de jardines, el lavado de autos o la descarga en inodoros, que se puede utilizar para uso humano directo en situación de contingencia por ondas cálidas o sequía.	[(Agua limpia consumida antes del reúso) - (Agua limpia consumida después del reúso)]/(Agua limpia consumida antes del reúso) x 100	ODS 6. Agua limpia y saneamiento Meta asociada 6.3	Se vincula con Componente de adaptación. Específicamente aporta al eje D- Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático



Eje temático 3. Gobernanza Climática							
Materia	Estrategia	Indicador	Descripción		Medición	Articulación ODS	Contribución a NDC
TRANSVERSAL	E15	Número de convenios y/o acuerdos de colaboración suscritos con la sociedad civil y los particulares para la construcción de capacidades	Mide el número de convenios y acuerdos de colaboración que se han establecido entre la entidad gubernamental y la sociedad civil o particulares para compartir conocimientos, habilidades y recursos con el objetivo de mejorar la gestión ambiental y climática.		Cantidad de convenios y/o acuerdos firmados/año	ODS 16. Paz, Justicia e Instituciones sólidas Meta asociada 16.a	N/A

5.3. Recomendaciones para la medición de la reducción de emisiones municipales

398

Ante los impactos del cambio climático descritos como parte del diagnóstico de la EMAC-SNG, y en concordancia con los objetivos de reducción perseguidos por las estrategias y acciones propuestas como parte de los esfuerzos municipales para mitigar dichos impactos, se propone que las medidas de monitoreo y seguimiento de la acción climática incluyan la medición del grado de avance en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y otras partículas contaminantes.

Esta medición de las emisiones reducidas es necesaria para la evaluación de la efectividad de las acciones implementadas, y para garantizar la transparencia en el reporte de implementación de políticas públicas en esta materia. Asimismo, el contar con estos resultados permitirá orientar de forma más efectiva la toma de decisiones futuras por parte del municipio, mientras también contribuye al reporte de la Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México, las cuales son presentadas cada cinco años ante la Conferencia de las Partes.

Existen dos formas de medición de avances para calcular las emisiones y su reducción logradas tras la implementación de una política pública de mitigación (Tabla 30), las cuales pueden ser utilizadas por el municipio dependiendo del nivel de detalle con el que decida conocerlas (IHOBE, 2013). Estas formas se diferencian conforme a lo siguiente:

A continuación, se especifica con más detalle las principales consideraciones a la hora de elegir una de las dos formas de medición de avance en la reducción de emisiones.

399

Formas de medición de avance	Descripción	Ventajas	Aplicación en el monitoreo de la EMAC-SNG	Herramientas metodológicas y de cálculo de utilidad para su elaboración
Inventario de emisiones	Es el enfoque más básico para la contabilización de las emisiones realizada por una actividad o grupo de actividades. Incluye emisiones directas por consumos de combustibles, así como algunas indirectas asociadas al consumo eléctrico. Requiere la elaboración de más de un inventario.	Permite el reporte de avance general, por fuente y sector del municipio, organismos superiores como la del Gobierno Federal o la Conferencia de las Partes, ya que es la utilizada por convención internacional para el seguimiento de avances en materia climática.	Permite, a partir de los resultados obtenidos en cada inventario, determinar las emisiones reducidas y evitadas en el municipio mediante la diferencia entre los resultados de diversos años. Estas diferencias podrían permitir comparar los resultados alcanzados tras la implementación de políticas públicas, contra las metas sugeridas y modeladas en el título 3.2.3 de este documento.	Directrices del IPCC para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006) Calculadora de emisiones del Registro Nacional de Emisiones (SEMARNAT, 2023) Metodología INECC del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos del Efecto Invernadero (SEMARNAT, 2019) Programa de Inventarios (Inventory Software) del IPCC (2023) Indicador GEI del PNUMA desarrollado en la Guía PNUMA para el cálculo de Gases de Efecto Invernadero para negocios y organizaciones no comerciales (UNEP, 2000)
Herramientas de planificación y evaluación de Política pública en materia climática	Es un enfoque especializado en medir las reducciones de emisiones que de forma directa pueden ser atribuidas a la implementación y ejecución de determinadas políticas públicas. Pueden utilizarse para medir el rendimiento de las políticas planeadas o implementadas.	Permite dar seguimiento puntual a cada política pública implementada y a su contribución a la reducción de emisiones, lo que permitirá al municipio actualizar periódicamente las políticas conforme a su efectividad.	Permite determinar las emisiones logradas por cada acción propuesta dentro de la EMAC en materia de mitigación de emisiones.	Herramienta CURB: Acción Climática para la Sostenibilidad Urbana del Banco Mundial (Banco Mundial, 2016) Herramienta PAS (Policy and Action Standard) del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHGP, 2014)

Tabla 30. Formas y herramientas metodológicas de utilidad para la medición de emisiones

Fuente: Elaboración propia.

5.3.1. Inventarios municipales de emisiones

Sobre las metodologías a utilizarse, podrá seleccionarse alguna de las sugeridas, conforme al fin que se le pretenda dar a la información. Por ejemplo, si el fin de la medición es el reporte ante el Gobierno Federal de México para su integración en los avances de las NDC o sus reportes de avances para otros indicadores nacionales, deberá considerarse el uso de la metodología utilizada por el INECC y la SEMARNAT a nivel nacional, adaptándola a las competencias municipales.

Por el contrario, si el fin de la medición fuera el reporte ante otro organismo, el uso como mecanismo de rendición de cuentas ante la ciudadanía, o como medio para la actualización de metas de reducción, podrá utilizarse la metodología que mejor se adapte a ello y a la información disponible al momento del requerimiento.

Para la utilización de los inventarios municipales como forma de medición de avance en la reducción de emisiones, debe considerarse que, para la cuantificación de las emisiones reducidas o evitadas a raíz de la implementación de políticas públicas, deberán tener tres elementos fundamentales:

1. Línea base de emisiones (LBE). Deberá contar con información actualizada y precisa, respecto de las emisiones efectuadas dentro del municipio dentro del año inmediato anterior a la implementación de la política pública. Esta información, por sus características y de conformidad con lo establecido en la Ley General de Cambio Climático (DOF, 2012), será la proveniente del Inventario Municipal de Emisiones de GEI de un año base previo a la ejecución de las políticas públicas implementadas.

Este, a su vez, deberá estar calculado conforme la metodología utilizada a nivel nacional por el INECC y la SEMARNAT; la propuesta por el IPCC o por las propuestas por PNUMA y UNFCCC. Utilizará información estadística y técnica fundamentada en los censos, reportes y padrones efectuados sistemáticamente por el municipio durante el año de la línea base.

Es por ello que, para este elemento, es necesario que ya hayan sido efectuadas las acciones de la EMAC-SNG que se orientan a la medición, el registro y la creación de dichos censos, reportes o padrones, especialmente en los relacionados con las fuentes fijas, móviles y de área de competencia municipal.

2. Proyección de la trayectoria de emisiones (TE). Deberá modelarse con los datos precisos obtenidos en la línea base municipal, y deberá estar basada en las tasas de crecimiento de la población de SNG y los patrones de consumo de combustibles o electricidad, que sean medidos específicamente para el municipio en una unidad de tiempo determinada, pero anterior a la línea base.

3. Emisiones efectivamente realizadas (Eb). Corresponderán a las emisiones realizadas por las fuentes y sectores cuantificados, en un momento posterior a la implementación de las políticas públicas implementadas. Estas, al igual que la línea base, deberán estar contenidas en un Inventario Municipal de Emisiones de GEI, con fundamento en los censos, reportes y padrones efectuados a las fuentes fijas, móviles y de área de competencia municipal, en el año de medición.

Con estos tres elementos, el municipio podrá calcular la diferencia general, por fuente o por sector de las emisiones del año medido respecto de la línea base y respecto de la trayectoria modelada, lo que en otras palabras podrá dar las emisiones reducidas y las emisiones evitadas. De tal forma que:

$$\begin{aligned} \text{Emisiones Reducidas} &= (ER) = (LB - EE) \\ \text{Emisiones Evitadas} &= (EE) = (TE - Eb) \end{aligned}$$

Conforme ello, las emisiones reducidas corresponderán a la cantidad neta que el municipio disminuyó respecto de la línea base, es decir, respecto de las emisiones efectuadas en el año anterior a la implementación de las políticas públicas. Mientras que las emisiones evitadas corresponderán a la cantidad de emisiones que se supone el municipio disminuyó respecto de la trayectoria de emisiones del año en el que se realiza el cálculo. Será un valor hipotético debido a que los valores proyectados podrían haberse o no cumplido.

Estos resultados podrán generarse a nivel de las emisiones reducidas y evitadas de forma total en el municipio, o podrán llevarse a cabo individualmente por fuente o sector, según las necesidades de reporte y evaluación municipal.

En términos de utilidad, la medición de avances mediante inventarios resulta adecuada, ya que es la que mejor responde a las necesidades de reporte de compromisos nacionales o internacionales. No obstante, carece de utilidad como instrumento para comprobar la efectividad de políticas públicas implementadas, pues este no especifica cuántas emisiones fueron efectuadas con certeza por cada acción gubernamental, por lo que dificulta el proceso de evaluación de rendimiento de un Programa o Estrategia, y, por lo tanto, dificulta la planeación basada en resultados.

5.3.2. Herramientas de planificación y evaluación de política pública en materia climática

Las herramientas de planificación y evaluación de política pública en materia climática son calculadoras diseñadas para obtener, de manera individual, las reducciones logradas por acciones puntuales ejecutadas ya sea por el municipio o por los particulares.

La ventaja de su uso sobre los inventarios de emisiones es que estas permiten evaluar el rendimiento y efectividad de la política pública climática. Asimismo, debido a que para su uso no se requiere contar con una formación especializada, o con información detallada y específica al nivel de un inventario, esta puede ser una herramienta más práctica en los procesos de actualización interna de programas o estrategias climáticas.

Destacan principalmente dos herramientas: la Herramienta CURB (Banco Mundial, 2016) y la herramienta PAS (GHEP, 2014), de las cuales la primera es más adecuada para casos urbanos, mientras la segunda lo es para casos simples, proyectos u organismos. Ninguna de las dos herramientas requiere aplicaciones o programas especiales para utilizarse, ya que estas funcionan a través de macros habilitadas en hojas de cálculo que automáticamente realizan el álgebra de las emisiones, la representación numérica y gráfica de los resultados de emisión, los resultados de emisión y, en algunos casos, la efectividad de las políticas implementadas.

No obstante, para su uso es necesario contar con información estadística básica que mientras más específica sea, permite arrojar valores más específicos y certeros. Especialmente en el caso de la herramienta CURB, pues permite sustituir determinados vacíos de información base con la información contenida en sus bases de datos, y esta última se obtiene de los datos almacenados de otra ciudad con circunstancias geográficas y de consumo energético similares (Banco Mundial, 2016).

Por su parte, la herramienta PAS, además de datos estadísticos y de consumo, precisa indicar la cadena causal de la política pública evaluada, para con ello determinar el efecto en los GEI de la política o acción (GHGP, 2014).

En ambos casos, se realiza una evaluación de las actividades administrativas involucradas en implementar la política o acción, por lo que estas pueden adaptarse a los niveles de competencia, autoridad, factibilidad técnica y presupuestal del municipio.

Por todo lo anterior, estas herramientas resultan de especial importancia para la evaluación y actualización de las políticas enfocadas en la mitigación climática, ya que sí permiten hacer una evaluación de desempeño de las acciones implementadas por el municipio y, en determinado caso, por las propuestas, aunque estas aún no haya sido ejecutadas. Esto, en conjunto, permite mantener los esfuerzos municipales en las áreas que en la realidad así lo requieran.



404

405

6.
Anexos



6.1. Glosario

Adaptación

Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos.

Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)

La utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.

Aguas de primer uso

Son las provenientes de fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno.

Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Alerta temprana

El suministro de información oportuna y efectiva, a través de instituciones identificadas, que permite a los individuos expuestos a peligros actuar en consecuencia para evitar o reducir sus riesgos y preparar una respuesta eficaz

Amenaza

Condición latente de posible generación de eventos perturbadores.

Área Natural Protegida (ANP)

Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas, y están sujetas al régimen previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Biogás

Gas rico en metano, producido dentro de un contenedor hermético, a partir de la fermentación de estiércol animal, desechos humanos o los residuos de cultivos.

Bióxido de carbono (CO₂)

Gas que existe espontáneamente y también como subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales.

Bióxido de carbono equivalente (CO₂-equivalente o CO₂e)

Unidad de medida universal utilizada para indicar el potencial de calentamiento de los diferentes gases de efecto invernadero. El bióxido de carbono —un gas que ocurre de manera natural y que es un subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de la tierra y otros procesos industriales— es el punto de referencia contra el que se miden los otros gases de efecto invernadero.

Carbono Negro (CN)

Fracción de hollín que contiene carbono y que absorbe la luz del espectro visibles. Después del CO₂ es el GEI más importante por su larga vida en la atmósfera.

Cambio climático

Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables.

Capa de ozono

Región de la atmósfera situada a una altitud de 10-50 km sobre la superficie de la Tierra (estratósfera) que contiene ozono (O₃) diluido.

Capacidad adaptativa

El potencial o la capacidad de un sistema, región o comunidad para adaptarse a los efectos o impactos de un conjunto de cambios determinados.

Clorofluorocarbonos (CFC, por sus siglas en inglés)

Grupo de compuestos químicos formados por cloro, flúor y carbono, altamente volátiles y de baja toxicidad, que eran ampliamente utilizados en el pasado como agentes refrigerantes, solventes, carburantes y espumantes. Los clorofluorocarbonos tienen potencial de agotamiento de la capa de ozono, así como de calentamiento global.

Clima

Conjunto de condiciones atmosféricas de un determinado lugar, constituido por una diversidad de factores físicos y geográficos, que caracterizan y distinguen a una región. El término clima también se utiliza para describir estadísticamente el estado del tiempo durante un periodo lo suficientemente largo como para ser representativo, generalmente considerando un mínimo de 30 años en un lugar específico.

Combustible fósil

Productos de carbón, gas natural o petróleo (como la gasolina) formados a partir de los restos de animales y plantas que murieron hace millones de años.

Contribuciones Nacionalmente Determinadas o Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés)

Conjunto de objetivos y metas, asumidas por México, en el marco del Acuerdo de París, en materia de mitigación y adaptación al cambio climático para cumplir los objetivos a largo plazo de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

Es un tratado internacional que reconoce las posibilidades de daño en el cambio climático; la aplicación de este conduce, eventualmente, al Protocolo de Kioto. El objetivo de la Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Desastre

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.

Economía baja en carbono

Conjunto de actividades productivas y de intercambio que logra desacoplar el crecimiento económico del aumento de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que permite un crecimiento sustentable y socialmente incluyente. No representa un obstáculo al desarrollo, sino un cambio en las formas de producción, de generación y de uso de energía para reducir las emisiones contaminantes.

Ecosistema

La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero absorben eficazmente la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a esos mismos gases, y por las nubes. La radiación atmosférica es emitida en todas direcciones, en particular hacia la superficie de la Tierra. Los gases de efecto invernadero (GEI) retienen calor en el sistema superficie-troposfera. Este fenómeno se denomina efecto invernadero.

Emisiones

Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI) y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos.

Escenario climático

Una posible y normalmente simplificada representación del clima a futuro, basado en un consistente conjunto de relaciones climáticas que fueron construidas para uso exclusivo con el fin de investigar las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, casi siempre para la creación de modelos de impacto.

Escenario de emisiones

Una representación posible del desarrollo a futuro de emisiones de efecto invernadero (gases y aerosoles) basada en un conjunto coherente y consistente de fuerzas y sus relaciones clave.

Estación meteorológica

Sitio donde se obtiene información, se monitorean y se evalúan las condiciones actuales del tiempo; alberga diversos instrumentos meteorológicos, como pluviómetro, evaporómetro, veleta, entre otros.

Exposición

Es la naturaleza y el grado al cual está expuesto un sistema a variaciones climáticas considerables.

Fenómeno hidrometeorológico

Evento perturbador resultado de la acción de agentes atmosféricos, como ciclones tropicales, lluvias intensas, inundaciones fluviales, pluviales, costeras y lacustres, tormentas de nieve, granizo, electricidad y polvo.

Fenómeno hidrometeorológico extremo

La ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo) de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior) de la serie de valores observados de la variable.

Forzamiento radiativo

Medida del cambio neto en el balance energético de la Tierra con el espacio, es decir, el cambio en la radiación solar entrante menos la radiación terrestre saliente.

Fuentes emisoras

Todo proceso, actividad, servicio o mecanismo que libere un gas o compuesto de efecto invernadero a la atmósfera.

Gases de efecto invernadero (GEI)

Constituyentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación térmica. Vapor de agua (H₂O), bióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) y ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera de la Tierra. En la atmósfera hay además gases de efecto invernadero creados por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro o bromo. Además del CO₂, N₂O y el CH₄, el Protocolo de Kioto incluye también el hexafluoruro de azufre (SF₆), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃).

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 siguientes etapas: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

Gobernanza

El acto, proceso o poder de gobernar para la organización de la sociedad o las sociedades. La gobernanza se ejerce mediante instituciones: leyes, sistemas de derecho de propiedad y formas de organización social.

Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)

Compuestos orgánicos hechos por el hombre, constituidos por hidrógeno, cloro, flúor y átomos de carbono. Dado que el potencial de agotamiento de la capa de ozono de los HCFC es mucho menor que el de los CFC, los HCFC se consideran sustitutos temporales aceptables de los CFC.

Materiales pétreos

Materiales tales como arena, grava, piedra y/o cualquier otro tipo de material utilizado en la construcción que sea extraído de un ecosistema, vaso, cauce o de cualesquiera otros bienes nacionales.

Metales pesados

Subgrupo de elementos que poseen propiedades metálicas, incluyendo metales de transición y semimetales (metaloideos), como el arsénico, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel y zinc, que han sido asociados con la contaminación y toxicidad potencial.

Mitigación

Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.

Neutralidad de carbono o emisiones cero de CO₂

Es un estado de equilibrio entre el CO₂ emitido a la atmósfera y el CO₂ eliminado de esta por distintas vías, lo que deja un resultado neto de cero emisiones de carbono.

Ordenamiento ecológico

El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de su deterioro y las potencialidades de su aprovechamiento.

Ordenamiento territorial

El proceso de distribución equilibrada y sustentable de la población y de las actividades económicas en el territorio nacional.

Peligro

Episodio físico, fenómeno o actividad humana potencialmente dañino que puede provocar la pérdida de la vida o lesiones, daños en la propiedad, trastornos sociales y económicos o degradación ambiental.

Periodo de retorno

Tiempo esperado o probabilidad de ocurrencia de un evento en un periodo determinado.

Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Infraestructura diseñada para recibir aguas residuales y remover materiales que degraden la calidad del agua o pongan en riesgo la salud pública cuando se descarguen a cuerpos o cauces receptores.

Precipitación

Agua en forma líquida o sólida, procedente de la atmósfera, que se deposita sobre la superficie de la tierra; incluye el rocío, la llovizna, la lluvia, el granizo, la aguanieve y la nieve.

Protocolo de Kioto

Instrumento de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) de 1992 adoptado en la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes a la CMNUCC en 1997 en Kioto, Japón. Incluye compromisos legalmente vinculantes, además de aquellos considerados en la CMNUCC. En su inicio, los países que se incluyen en el Anexo B del protocolo (la mayor parte de los países de la OCDE y países con economías en transición) acordaron controlar sus emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆) de origen antropogénico de manera que las emisiones totales de estos países se redujeran para el periodo del 2008 al 2012 al menos un 5% con respecto a los niveles de 1990.

RCP 4.5

Trayectorias de estabilización intermedia en las cual el forzamiento radiativo se limita a aproximadamente 4.5 W m⁻² en 2100 (las correspondientes trayectorias de concentración ampliada mantienen concentraciones constantes después de 2150).

RCP 8.5

Trayectoria alta que alcanza valores superiores a 8,5 W m⁻² en 2100 (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada mantiene emisiones constantes después de 2100 hasta 2150 y concentraciones constantes después de 2250).

Región Hidrológica (RH)

Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos.

Región Hidrológico-Administrativa (RHA)

Área territorial definida de acuerdo con criterios hidrológicos en la que se considera a la cuenca como la unidad básica más apropiada para el manejo del agua y al municipio como la unidad mínima administrativa del país. La república mexicana se ha dividido en 13 regiones hidrológico-administrativas.

Resiliencia

Capacidad de un sistema de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características y de regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado. El término suele aplicarse en la ecología para referirse a la capacidad de un ecosistema de retornar a las condiciones previas a una determinada perturbación, recuperarse o soportar los impactos asociados al cambio climático.

Reúso de agua

La explotación, el uso o el aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.

Riesgo

Daños o pérdidas probables sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador. Probabilidad de superar un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos en un lugar determinado durante un periodo de exposición se puede calcular mediante la fórmula $R = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$. Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador (Ley General de Protección Civil); la UNESCO define riesgo como la posibilidad de sufrir pérdidas en vidas humanas, bienes o capacidad de producción.

Sensibilidad

Grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad natural del clima y el cambio climático, debido a las características que lo definen.

Sequía

Ausencia prolongada o escasez marcada de precipitación.

Servicios ambientales

Los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano.

Sumidero

Todo proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o alguno de sus precursores.

Tarifa

Precio unitario establecido por las autoridades competentes para la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje y saneamiento.

Temperatura

Medida física que indica el nivel de calor de los objetos o del entorno.

Temperatura extrema

Manifestación de temperaturas más bajas o más altas, que ocurren como resultado de los cambios estacionales a lo largo del año.

Tirante de inundación

Altura del nivel del agua durante un evento de inundación en un cuerpo de agua, como un río, lago o canal. Representa la elevación máxima alcanzada por el agua durante el periodo de inundación y se utiliza para evaluar el riesgo y la severidad de las inundaciones en una determinada área.

Tratamiento de aguas residuales

Cualquiera de los procesos mecánicos, químicos o biológicos utilizados para modificar la calidad de las aguas residuales con el fin de reducir los niveles de contaminación.

Trayectorias de Concentración Representativas (RCP)

Escenarios que incorporan series temporales de emisiones y concentraciones de la gama completa de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles y gases químicamente activos, así como el uso de la tierra y la cubierta terrestre (Moss et al., 2008). La palabra representativa significa que cada RCP ofrece uno de los muchos escenarios posibles que conducirían a las características específicas de forzamiento radiativo. El término trayectoria hace hincapié en el hecho de que no solo son de interés los niveles de concentración a largo plazo, sino también el camino seguido a lo largo del tiempo para llegar al resultado en cuestión (Moss et al., 2010). Las trayectorias de concentración representativas se utilizaron para elaborar las proyecciones climáticas en la CMIP5.

Variabilidad climática

Variaciones en el estado medio o en otros parámetros estadísticos (como la desviación estándar y la existencia de extremos) del clima en todas las escalas temporales y espaciales que sobrepasen eventos individuales del estado del tiempo. La variabilidad puede ser debida a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones en las fuerzas externas naturales o antropogénicas (variabilidad externa).

Variabilidad térmica

Fluctuaciones de las condiciones de temperatura predominantes de una determinada zona.

Vulnerabilidad

Nivel a que un sistema es susceptible o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

Competencias

Sobre los tipos de fuentes de contaminantes atmosféricos considerados dentro de los inventarios o registros, se pueden identificar cuatro grandes grupos de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 1988):

-Fuentes fijas. Todo aquel origen de contaminación, cuyas características físicas le impiden moverse de lugar, por lo que siempre emitirán los contaminantes desde la misma localización geográfica. Comúnmente referidas a las actividades industriales, comerciales y de servicios.

-Fuentes móviles. Todo origen de contaminación, cuyas características físicas le permiten moverse, por lo que las emisiones se hacen indistintamente de la ubicación de la fuente. Comúnmente referidas a cualquier medio de transporte cuyo movimiento se origine en la combustión de sustancias.

-Fuentes de área. Fuentes fijas o móviles inherentes a actividades y procesos. Comúnmente referidas a aquellas actividades que no generan pluma de dispersión por combustión, como el uso de solventes, el cambio de uso de suelo y las actividades de construcción.

-Fuentes naturales. Se refiere a la generación de emisiones producidas por volcanes, océanos, plantas, suspensión de suelos, emisiones por digestión anaerobia y aerobia de sistemas naturales.

Según el nivel de gobierno encargado de su regulación, también pueden ser:

-Competencia federal. Toda fuente fija de la industria del sector químico, del petróleo, petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgico, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementero y calero. Fuentes móviles reguladas por la federación como aeronaves, transporte náutico y ferrocarrilero.

-Competencia estatal. Toda fuente fija de la industria de los sectores no regulados por la federación, cuya emisión se realice por medio de chimeneas o tubos de venteo, así como aquellas de área no reguladas por el municipio.

-Competencia municipal. Toda fuente fija y de área de los sectores de comercios y servicios como panaderías, carpinterías, restaurantes, talleres automotores, crematorios y sitios de disposición final de basura. Toda fuente móvil de servicios de autotransporte.

Las fuentes, a su vez, pueden clasificarse según el sector (industrial, comercial y de servicios) o por su giro (petroquímica, química, automotriz, alimenticio, eléctrico, etc.).

Gases del Efecto Invernadero

Gases de efecto invernadero (según el protocolo de Kioto)

Vapor de agua (H₂O), bióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), ozono (O₃), hexafluoruro de azufre (SF₆), perfluorocarbonos (PFC) e hidrofluorocarbonos (HFC)

Gases precursores de GEI

Óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos volátiles (COV) exceptuando el metano CH₄

Agotadores de la capa de ozono

Clorofluorocarbonos (CFC), tetracloruro de carbono, halones, bromuro de metilo e hidroclorofluorocarbonos (HCFC)

Hidrocarburos aromáticos

Bencenos

Metales, metaloides y no metálicos

Plomo, níquel

Otros compuestos tóxicos aromáticos

Amoníaco (NH₃)

Orgánicos y forzantes climáticos de corta duración

CN, COV, COT

Contaminantes criterio (daños para la salud pública)

PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, NO_x, COV, COT y NH₃

6.2. Referencias

- Ayala-Orozco, B., Rosell, J., Merçon, J., Bueno, I., Alatorre-Frenk, G., Langle-Flores, A. y Lobato, A. (2018). Retos y estrategias de la colaboración multi-actoral basada en el lugar orientada a la sustentabilidad: aprendiendo de experiencias en el Sur Global. *Sustainability*, 10(3217), 1-22. doi:10.3390/su10093217.
- Banco Mundial. (2016). Herramienta CURB: Acción Climática para la Sostenibilidad Urbana. <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2016/09/22/curb-tool-climate-action-for-urban-sustainability>
- Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM). (2019). Análisis de la contaminación por PM2.5 en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, enfocado a la identificación de medidas estratégicas de control. http://aire.nl.gob.mx/docs/reportes/An%C3%A1lisis_de_la_Contaminaci%C3%B3n_PM2_5_Monterrey.pdf
- Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM). (2021). Estudio para el rediseño de la red de monitoreo de la calidad del aire de Monterrey. http://aire.nl.gob.mx/docs/reportes/Reporte_final_SMCA_AMM_31mar2021.pdf
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. (2021). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y Secretaría de Gobernación (SEGOB). (2014). Inundaciones. Serie de fascículos. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112861/3-FASCCULOINUNDACIONES-ilovepdf-compressed.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2016). Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos. Periódico Oficial del Estado (POE).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2021). Sistema de Consulta de Declaratorias. Atlas Nacional de Riesgos. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). Marcos de monitoreo y sistemas de indicadores internacionales para una comparación de la movilidad urbana sostenible [Taller de capacitación virtual: Programa de Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes (CISI)].
- Comisión Intersectorial de Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2021). Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024. DOF, 08/11/2021.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). Programa Nacional Hídrico 2020-2024. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/consulta-para-el-del-programa-nacional-hidrico-2019-2024-190499>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). Monitor de Sequía en México. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2013). Datos de precipitación y temperatura promedio, anual. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), Guevara, M. y Arroyo-Cruz, C. (2016). Pendiente. Escala 1; 400000. Archivo raster GeoTIFF. Escala 1 km2. Ciudad de México.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2020). Índice de marginación urbana por colonia. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/714573/Nota_t_cnica_IMUC_2020.pdf
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- COP27 Presidency y UN-Habitat. (2022). COP27 Presidency Sustainable Urban Resilience for the next generation (SURGe). <https://unhabitat.org/cop27-presidency-sustainable-urban-resilience-for-the-next-generation-surge>
- Falkner, R. (2016). The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. *International Affairs*, 92(5).
- Flaticon (2023). Iconos de uso libre. [flaticon.com](https://www.flaticon.com)
- Flores, J., Martínez, A., Alvarado, M., Vallejo, M. y Padilla, F. (2021). Programa nacional de conservación de ecosistemas terrestres 2021-2030. Un instrumento de planificación para la implementación de la estrategia nacional de REDD+. UICN/Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+)/Oficina Presidencial de la Economía Verde (OPEV). <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2021-018-Es.pdf>
- Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey (FAMM). (2028). Plan Hídrico Nuevo León 2050. <http://famm.mx/wp-content/uploads/2018/10/Plan-H%C3%ADrico-NL-2050.pdf>
- García, E. (1973). Climas. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía-UNAM.
- Gobierno de México y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Contribución Determinada a nivel Nacional: México. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC-Esp-30Dic.pdf>
- Gobierno de México y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2022). Contribución Determinada a Nivel Nacional. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf

- Gobierno de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018). México: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/312045/INEGYCEI6CN_26_marzo_2018.pdf
- Gobierno de México. (2014). Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf
- Gobierno de México. (2015). Estrategia Nacional de Cambio climático Versión 10-20-30. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>
- Gobierno de México. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. DOF, 12/07/2019. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0
- Gobierno de Nuevo León, Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey, Clean Air Institute. (2021). Inventario de Emisiones Atmosféricas del Área Metropolitana de Monterrey [reporte ejecutivo]. https://famm.mx/archivos/inventario_emisiones_amm.pdf
- Gobierno de Nuevo León. (2010). Programa de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Nuevo León 2010-2015. <http://aire.nl.gob.mx/docs/cc/PACC-NL.pdf>
- Gobierno de Nuevo León. (2012). Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Nuevo León 2030. https://www.geografica.com.mx/img/Normatividad/PDU/Programa_Estatal_de_Developmento_Urbano_Nuevo_Leon_2030.pdf
- Gobierno de Nuevo León. (2017). Reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey (meses enero-diciembre) del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Estado de Nuevo León. http://aire.nl.gob.mx/rep_mensual.html
- Gobierno de Nuevo León. (2018). Reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey (meses enero-diciembre) del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Estado de Nuevo León. http://aire.nl.gob.mx/rep_mensual.html
- Gobierno de Nuevo León. (2019). Reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey (meses enero-diciembre) del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Estado de Nuevo León. http://aire.nl.gob.mx/rep_mensual.html
- Gobierno de Nuevo León. (2020). Reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey (meses enero-diciembre) del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Estado de Nuevo León. http://aire.nl.gob.mx/rep_mensual.html
- Gobierno de Nuevo León. (2021). Reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey (meses enero-diciembre) del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Estado de Nuevo León. http://aire.nl.gob.mx/rep_mensual.html
- Gobierno de Nuevo León. (2022a). Plan Estatal de Desarrollo de Nuevo León 2022-2027. <https://www.nl.gob.mx/plan-estatal-de-desarrollo-2022-2027>
- Gobierno de Nuevo León. (2022b). Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Estado de Nuevo León. http://aire.nl.gob.mx/sig_ret.html
- Gobierno de San Nicolás de los Garza y ONU-Habitat. (2022). Plan de Desarrollo Sustentable 2020-2050 del Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León.
- Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza. (2013). Plan de Desarrollo Urbano Sustentable de San Nicolás de los Garza 2013-2033, Nuevo León.
- Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza. (2021a). Atlas de Riesgos de San Nicolás de los Garza, Nuevo León [manuscrito no publicado].
- Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza. (2021b). Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024, Nuevo León.
- Gobierno del Municipio de San Nicolás de los Garza. (2022a). Plan Municipal de Desarrollo Urbano [versión en Consulta Pública 2022].
- Greenhouse Gas Protocol (2014). Policy and Action Standard. An accounting and reporting standard for estimating the greenhouse gas effects of policies and actions. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Policy%20and%20Action%20Standard.pdf>
- Haines-Young, R. y Potschin, M. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure. <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2013). Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero. https://www.euskadi.eus/documentacion/documentacion/7metodologias_gei/es_def/adjuntos/7METODOLOGIAS.pdf
- INE, PNUD y UNAM. (2006). Informe final de proyecto: Fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba. Estudio de caso de Tlaxcala. INE.
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2018). Findings from the Global Burden of Disease Study 2017. IHME.
- Instituto de Ingeniería de la UNAM. (2014). Isoyetas, validadas por el CENAPRED en 2016 para integrarse en estudios de riesgos a nivel nacional.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2019). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. México. INECC. https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2021). Caracterización ambiental de México y su correlación con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2008). Unidades climáticas de México. https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Aunidadesclimaticas_gw84
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda, Principales resultados por AGEB y manzana urbana.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021. Refugios temporales. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/756/variable/F127/V1067?name=totalcal>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Cambio Climático 2007: impacto Adaptación y vulnerabilidad [resumen técnico]. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014a). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014b). Síntesis del Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio climático (AR5).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). Comunicado de prensa del IPCC: La tierra es un recurso decisivo, según un informe del IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/2019-PRESS-IPCC-50th-IPCC-Session_es.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022a). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022b). Summary for Policymakers. En Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). IPCC Inventory Software. Version 2.861. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html>
- Kopperoinen, L., Itkonen, P. y Niemelä, J. (2014). Using expert knowledge in combining green infrastructure and ecosystem services in land use planning: an insight into a new place-based methodology. *Landscape Ecology*, 29, 1361-1375. <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0014-2>
- Landa, R. (2006). Informe final de proyecto: Vulnerabilidad y adaptación frente a la variabilidad del clima y el cambio climático en la gestión del agua en zonas rurales de México. Conacyt/El Colegio de México.
- Landa, R., Magaña, V. y Neri, C. (2008). Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. SEMARNAT/CCA-UNAM.
- Landa, R., Siller, D., Magaña, V. y Gómez, R. (2011). Bases para la gobernanza hídrica en condiciones de cambio climático, experiencia en ciudades del Sureste de México. ONU-Habitat.
- Lee, J., Lee, S. y Jung, K. (28 de Mayo de 2020). Balanced SWOT: Revisiting SWOT Analysis through Failure Management and Success Management. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3612519>
- Ley Ambiental del Estado de Nuevo León [LA]. (2005). Periódico Oficial del Estado (POE), última reforma: 15/06/2023.
- Ley de Cambio Climático del Estado de Nuevo León [LCC].(2019). Periódico Oficial del Estado (POE), última reforma: 25/11/2022.
- Ley de Desarrollo Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Nuevo León [LAHOTDU]. (2017). Periódico Oficial del Estado (POE), última reforma: 25/11/2022.
- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Nuevo León [LDFS]. (2009). Periódico Oficial del Estado (POE), última reforma: 26/10/2022.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental [LFRA]. (2013). Diario Oficial del Estado (DOF), última reforma: 4/11/2021.
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano [LGAHOTDU]. (2016). Diario Oficial del Estado (DOF), última reforma: 01/06/2021.
- Ley General de Cambio Climático [LGCC]. (2012). Diario Oficial de la Federación (DOF), última reforma: 11/05/2022
- Ley General de Protección Civil [LGPC]. (2012). Diario Oficial de la Federación (DOF), última reforma: 20/05/2021.
- Ley General de Salud [LGS]. (1984). Diario Oficial de la Federación (DOF), última reforma: 29/05/2023.
- Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente [LGEEPA]. (1988). Diario Oficial de la Federación (DOF), última reforma: 08/05/2023.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR]. (2003). Diario Oficial de la Federación (DOF), última reforma: 08/05/2023.
- Mäkinen, K. et al. (2018). Indicators for adaptation to climate change at national level-Lessons from emerging practice in Europe. European Topic Centre on Climate Change impacts, Vulnerability and Adaptation (ETC/CCA) Technical paper 2018/3. DOI: 10.25424/CMCC/CLIMATE_CHANGE_ADAPTATION_INDICATORS_2018.
- Meli, P., Landa, R., López-Medellín, X. y Carabias, J. (2015). Social perceptions of rainforest and climatic change from rural communities in Southern Mexico. *Ecosystems*, 18, 1343-1355.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021 [NOM-001-SEDATU-2021]. DOF, 22/02/2021.	Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015 [NOM-041-SEMARNAT-2015]. DOF, 10/06/2015.	Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012 [NOM-156-SEMARNAT-2012]. DOF, 16/07/2012.	ONU-Habitat, INFONAVIT y SEDATU. (2018). Informe CPI Extendido Aglomeración urbana de Monterrey. https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/extendidos/MTY_web.pdf
Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSAI-2014 [NOM-020-SSAI-2014]. DOF, 28/10/2021.	Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003 [NOM-042-SEMARNAT-2003]. DOF, 07/09/2005.	Norma Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013 [NOM-165-SEMARNAT-2013]. DOF, 24/01/2014.	
Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSAI-2021 [NOM-021-SSAI-2021]. DOF, 29/10/2021.	Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993 [NOM-043-SEMARNAT-1993]. DOF, 23/10/1993.	Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019 [NOM-172-SEMARNAT-2019]. DOF, 20/11/2019.	ONU-Habitat. (2020). La Nueva Agenda Urbana en español. https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Nueva-Agenda-Urbana-Illustrada.pdf
Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSAI-2019 [NOM-022-SSAI-2019]. DOF, 20/08/2019.	Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017 [NOM-044-SEMARNAT-2017]. DOF, 19/02/2018.	Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA). (2023). Registros de las trayectorias de las tormentas tropicales ocurridas desde 2010 a 2023.	Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2000). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Informe de Síntesis. Millenium Ecosystem Assessment. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf
Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSAI-2021 [NOM-023-SSAI-2021]. DOF.	Norma Oficial Mexicana NOM-046-SEMARNAT-2017 [NOM-046-SEMARNAT-1993]. DOF, 29/11/1994.	ONU-Habitat y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2017). Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe 2016-2036. Naciones Unidas.	Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015a). Acuerdo de París, 4 de noviembre del 2016.
Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSAI-2021 [NOM-025-SSAI-2021]. DOF, 27/10/2021.	Norma Oficial Mexicana NOM-048-SEMARNAT-1993 [NOM-048-SEMARNAT-1993]. DOF, 22/10/1993.	ONU-Habitat y Gobierno de San Nicolás de los Garza. (2021a). Visión de Ciudad San Nicolás de los Garza 2030. https://onuhabitat.org.mx/documento-de-vision-de-ciudad-de-san-nicolas-de-los-garza-2030	Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015b). Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/
Norma Oficial Mexicana NOM-026-SSAI-2021 [NOM-026-SSAI-2021]. DOF, 29/10/2021.	Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-2018 [NOM-050-SEMARNAT-2018]. DOF, 12/10/2018.	ONU-Habitat y Gobierno de San Nicolás de los Garza. (2021b). Programa de Desarrollo Urbano 2030.	Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2016). Declaración de Quito sobre ciudades y asentamientos humanos sostenibles para todos. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible: Hábitat III. https://www.un.org/es/conferences/habitat/quito2016
Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993 [NOM-034-SEMARNAT-1993]. DOF, 18/10/1993.	Norma Oficial Mexicana NOM-076-SEMARNAT-2012 [NOM-076-SEMARNAT-2012]. DOF, 27/11/2012.	ONU-Habitat y Gobierno de San Nicolás de los Garza. (2021c). Cartera de Proyectos Hacia la Visión de San Nicolás de los Garza 2030. https://onuhabitat.org.mx/cartera-de-proyectos-estrategicos-sng2030	Organización Mundial de la Salud (OMS) y Oficina Regional de Europa. (2016). Espacios verdes urbanos y salud. 'Urban green spaces and health'. https://apps.who.int/iris/handle/10665/345751
Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993 [NOM-035-SEMARNAT-1993]. DOF, 18/10/1993.	Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 [NOM-085-SEMARNAT-2011]. DOF, 02/02/2012.	ONU-Habitat y Gobierno de San Nicolás de los Garza. (2023). Estrategia Municipal de Espacio Público de San Nicolás de los Garza [manuscrito no publicado].	
Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993 [NOM-036-SEMARNAT-1993]. DOF, 18/10/1993.	Norma Oficial Mexicana NOM-097-SEMARNAT-1995 [NOM-097-SEMARNAT-1995]. DOF, 01/07/1996.		
Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993 [NOM-037-SEMARNAT-1993]. DOF, 18/10/1993.	Norma Oficial Mexicana NOM-098-SEMARNAT-2002 [NOM-098-SEMARNAT-2002]. DOF, 01/10/2004.		
Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993 [NOM-038-SEMARNAT-1993]. DOF, 18/10/1993.	Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-1996 [NOM-105-SEMARNAT-1996]. DOF, 15/11/1996.		
Norma Oficial Mexicana NOM-039-SEMARNAT-1993 [NOM-039-SEMARNAT-1993]. DOF, 18/10/1993.	Norma Oficial Mexicana NOM-121-SEMARNAT-1997 [NOM-121-SEMARNAT-1997]. DOF, 12/07/1998.		
Norma Oficial Mexicana NOM-040-SEMARNAT-2002 [NOM-040-SEMARNAT-2002]. DOF, 18/12/2002.	Norma Oficial Mexicana NOM-123-SEMARNAT-1998 [NOM-123-SEMARNAT-1998]. DOF, 14/06/1999.		

- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). Contaminación del aire ambiente (exterior). [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Reglamento de Cambio Climático del municipio San Nicolás de los Garza [RPMASNG]. (2021). Periódico Oficial del Estado (POE), 3/12/2021.
- Reglamento de Cambio Climático del municipio San Nicolás de los Garza [RCCSNG]. (2021). Periódico Oficial del Estado (POE), 3/12/2021.
- Reglamento de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de San Nicolás de los Garza [RDUSSNG]. (2013). Periódico Oficial del Estado (POE), 18/11/2013.
- Reglamento de Protección al Medio Ambiente del Municipio de San Nicolás de los Garza [RPMASNG]. (2008). Periódico Oficial del Estado (POE), 20/10/2008.
- Reglamento de Protección Civil del Municipio de San Nicolás de los Garza [RPCMSNG]. (2005). Periódico Oficial del Estado (POE), 22/08/2005.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). (2021a). Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/estrategia-nacional-de-ordenamiento-territorial-de-la-sedatu?state=published>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). (2021b). Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2021. DOF, 02/06/2021. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/643102/PNOTDU_VERSION_FINAL_28.05.2021-comprimido.pdf
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de Nuevo León (2000). Plan Metropolitano 2000-2021: Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada de Monterrey.
- Secretaría de Gobernación (SEGOB) y Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2014). Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social. <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1993). Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo León. (2016). Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del estado de Nuevo León. ProAire 2016-2025.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (1993). El Sistema Nacional de Indicadores de Desempeño. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores13_cd/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual3.html#:~:text=Los%20primeros%20pasos%20formales%20y,Ecolog%C3%ADa%2C%20Environment%20Canada%20y%20la
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales#:~:text=Conjunto%20b%C3%A1sico%20del%20desempe%C3%B1o%20ambiental,institucionales%20que%20atienden%20su%20problem%C3%A1tica>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023). Calculadora de Emisiones del Registro Nacional de Emisiones (RENE) versión 8.1. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene>
- Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN). (1951-2010). Estaciones climatológicas datos de temperatura media, máxima, mínima diaria y precipitación media mensual.
- Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN). (2010). Normales Climatológicas por Estado. Comisión Nacional del Agua.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). (2011). TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. The Economics of Ecosystems and Biodiversity.
- UN-Habitat y United Nations Environment Programme (UNEP). (2018). Climate Change Vulnerability Assessment Manual. https://unhabitat.org.mm/wp-content/uploads/2019/03/VA-Manual_ENG_Full-Version_resized.pdf
- UN-Habitat. (2014). Planning for Climate Change. A Strategic, Values-Based Approach for Urban Planners. <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Planning%20for%20Climate%20Change.pdf>
- UN-Habitat. (2019). Mainstreaming Climate Change in Town Planning in Myanmar. https://unhabitat.org.mm/wp-content/uploads/2019/10/17_Mainstreaming-Climat-Chang-in-Town-Planning-in-Myanmar_ENG.pdf
- UN-Habitat. (2020). Climate Change Vulnerability and Risk-A Guide for Community Assessments, Action Planning and Implementation. https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/05/climatechange_vulnerabilityandriskguide.pdf
- UN-Habitat. (2021). Climate Proofing Toolkit for Basic Urban Infrastructure, with a focus on water and sanitation. https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/09/climate_proofing_toolkit_2021_option_b.pdf
- UN-Habitat. (2022). COP27 Presidency introduce SURGe Initiative to promote climate action. <https://unhabitat.org/news/15-sep-2022/cop27-presidency-introduce-surge-initiative-to-promote-climate-action>
- UN-Habitat. (2022). The Global Urban Monitoring Framework. <https://unhabitat.org/the-global-urban-monitoring-framework>

6.3. Relación de anexos

- United Nations Climate Change Conference (UNCCC). (2022). Cinco conclusiones clave de la COP27: Seguir con la intención clara de mantener 1.5° C al alcance de la mano. <https://unfccc.int/es/proceso-y-reuniones/conferencias/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/five-key-takeaways-from-cop27/seguir-con-la-intencion-clara-de-mantener-15-degc-al-alcance-de-la-mano>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2000). The GHG Indicator: UNEP Guidelines for Calculating Greenhouse Gas Emissions for Businesses and NonCommercial Organisations. https://www.unepfi.org/fileadmin/publications/cc/ghg_indicator_2000.pdf
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2020). Emissions Gap Report 2020. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022a). Emissions Gap Report 2022: The Closing Window-Climate crisis calls for rapid transformation of societies. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022#:~:text=The%20Emissions%20Gap%20Report%202022,collective%2C%20multilateral%20action%20is%20now.>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022b). La COP27 finaliza con la creación histórica de fondo de "pérdidas y daños". <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-cop27-finaliza-con-la-creacion-historica-de-fondo-de-perdidas-y>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (1997). Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/es/node/2409>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). Acuerdo de París. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2019). Los impactos del cambio climático en los objetivos de desarrollo sostenible, destacados en el Foro Político de Alto Nivel. <https://unfccc.int/es/news/los-impactos-del-cambio-climatico-en-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-destacados-en-el-foro>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- Yépez, F. y Huerta, H. (2022) Sistema inteligente para el mapeo de CyGEIs. Segundo reporte 2022. UANL [documento no público].
- Wayne, G. (2013). The Beginner's Guide to Representative Concentration Pathways. Ed. Skeptical Science. <https://skepticalscience.com/rcp.php>

Anexo 7.1

METODOLOGÍA PARTICIPATIVA Y RESULTADOS DEL TALLER DIAGNÓSTICO COLABORATIVO PARA LA ADAPTACIÓN EN SAN NICOLÁS DE LOS GARZA.

Anexo 7.2

ESCENARIOS ESPERADOS DE CAMBIO CLIMÁTICO DE SAN NICOLÁS DE LOS GARZA.

Anexo 7.3

CONCENTRADO DE INFORMACIÓN SOBRE CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO SAN NICOLÁS DE LOS GARZA.

Anexo 7.4

RESULTADOS DE PROYECCIÓN FUTURA DE INDICADORES PARA ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CLIMÁTICA FUTURA A NIVEL MUNICIPAL, A HORIZONTE CERCANO O CORTO PLAZO (2021-2040) Y A HORIZONTE LEJANO O LARGO PLAZO (2081-2100) PARA SAN NICOLÁS DE LOS GARZA.

Anexo 7.5

MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO INTERNACIONALES EN MATERIA CLIMÁTICA.

Para información adicional sobre estos anexos, podrá solicitarlos con ONU-Habitat México.

onuhabitat.org.mx

ONU  HABITAT
POR UN MEJOR FUTURO URBANO

SNG 2030

