

PMOT

Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de
San Cristóbal

DIAGNÓSTICO TERRITORIAL
INTEGRADO DEL MUNICIPIO
DE SAN CRISTÓBAL





CENTRO DE PLANIFICACIÓN Y ACCIÓN ECUMÉNICA
- CEPAE -

Carmen María Pérez Sánchez Presidenta CEPAE

Agustín Sandino Echavarría Director CEPAE

Jacobo Reyes Navarro Asesor CEPAE

Equipo Consultor:

Augusto Pinto Carrillo Arquitecto, Urbanista - Director

José Mario Mayorga Henao Sociólogo, Geógrafo y Estadístico

Cristhian Ortega Ávila Economista

Diana Adarve Vargas Ambiente y Riesgos

Andrés Santana Martínez Ingeniero Civil

Nelson Medina Nina Sociólogo

Julián Roa Abogado

David Mayorga Diseñador Gráfico



TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN	12
1. Introducción	13
2. Enfoque Metodológico	14
3. Marco Legal	18
3.1. Marco Normativo Nacional	18
3.2. Marco Normativo Municipal	18
4. Marco Institucional y de Competencias	19
4.1. Marco institucional nacional para el ordenamiento territorial	19
4.2. Marco institucional local para el ordenamiento territorial	19
CAPÍTULO 2 - RELACIÓN DOMINIO	12
5. Relación Dominio – Dependencia del municipio de San Cristóbal en distintas escalas territoriales	22
5.1. Escala Internacional: conexiones globales del Municipio de San Cristóbal	23
5.2. Escala Nacional	23
5.2.1. San Cristóbal en el Sistema Urbano Nacional a finales del Siglo XX	23
5.2.2. San Cristóbal en el Sistema Urbano Nacional actual	24
5.3. Escala Regional	27
5.4. Escala Metropolitana	30
5.5. Escala Provincial	35
5.6. Escala Municipal – análisis interno	37
5.6.1. Delimitación del ámbito de estudio	37
5.6.2. División político-administrativa: municipio, distritos municipales y secciones	38
5.6.3. Unidades espaciales o territoriales: parajes y barrios	39
5.6.4. Historia y evolución del territorio de San Cristóbal	40
5.6.5. Análisis de huella construida (1975 – 2023)	42
5.6.6. Vínculos urbano-rural	47
CAPÍTULO 3 - ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES - PARTE 1: Sistema Biofísico	49
6. ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES	50
6.1. Sistema Biofísico (ambiente y riesgos)	50
6.1.1. Relieve	50
6.1.1.1. Pendientes	50
6.1.1.2. Geología	51
6.1.2. Geomorfología	53
6.1.3. Suelos	56
6.1.3.1. Asociaciones de Suelos	59



6.1.3.2. Clases Agrológicas	60
6.1.4. Hidrografía	62
6.1.4.1. Cuencas Hidrográficas	65
6.1.4.2. Aguas Subterráneas – Hidrogeología	68
6.1.5. Clima	70
6.1.6. Recursos Mineros	72
6.1.7. Áreas Protegidas	72
6.1.7.1. Cuevas de Borbón o Pomier	73
6.1.7.2. Corredor Ecológico Autopista Seis de Noviembre	79
6.1.7.3. Franja Marítimo Terrestre	81
6.1.8. Biodiversidad	81
6.1.8.1. Ecosistemas	82
6.1.8.2. Flora	83
6.1.8.3. Fauna	84
6.1.9. Uso y Cobertura de la Tierra	88
6.1.9.1. Conflicto de uso del suelo	90
6.1.10. Amenazas y Riesgos	92
6.1.10.1. Zonificación de amenaza por inundación	93
6.1.10.2. Zonificación de la Susceptibilidad por Inundación	94
6.1.10.3. Zonificación de la amenaza por movimientos en masa	102
6.1.10.4. Zonificación de la amenaza tecnológicas	110
6.1.11. Cambio Climático	113
6.1.12. Percepción de la comunidad sobre el sistema biofísico	119
6.1.13. Conclusiones del Sistema Biofísico	120
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES - PARTE 2: Sistema Sociocultural	121
6.2. Sistema Sociocultural	122
6.2.1. Diagnóstico poblacional	122
6.2.1.1. Contexto general	123
6.2.1.2. Tendencias de crecimiento	124
6.2.1.3. Distribución espacial.	155
6.2.1.4. Características de la población	126
6.2.1.5. Características de los hogares y las viviendas	129
6.2.2. Organización social en el territorio	135
6.2.3. Análisis cultural	138
6.2.4. Percepción de la comunidad sobre el Sistema Socio Cultural	142
6.2.5. Conclusiones del Sistema Sociocultural	142



CAPÍTULO 3 - ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES - PARTE 3: Sistema Funcional - Construido	144
6.3. Sistema Funcional – Construido	145
6.3.1. Usos del suelo	145
6.3.2. Equipamientos	147
6.3.2.1. Educación	147
6.3.2.2. Salud	150
6.3.2.3. Cultura	151
6.3.2.4. Recreación y deporte	152
6.3.2.5. Seguridad	153
6.3.2.6. Equipamientos Estatales	154
6.3.2.7. Equipamientos de Culto	156
6.3.3. Movilidad Urbana y Rural	157
6.3.3.1. Sistema vial municipal	157
6.3.3.2. Estado de las vías del municipio	160
6.3.3.3. Infraestructura de transporte	161
6.3.4. Servicios Públicos	163
6.3.4.1. Acueducto	164
6.3.4.2. Alcantarillado	165
6.3.4.3. Residuos sólidos	166
6.3.4.4. Energía eléctrica	168
6.3.5. Espacio Público Recreativo	170
6.3.5.1. Sistema de Espacio Público Recreativo de San Cristóbal	170
6.3.5.2. Indicador de Espacio Público Recreativo por Habitante	173
6.3.6. Mercado inmobiliario	174
6.3.6.1. Aspectos diagnósticos del mercado inmobiliario	175
6.3.6.2. El espectro económico en el territorio de San Cristóbal	176
6.3.6.3. Análisis de los corredores y polígonos económicos del Municipio	176
6.3.7. Percepciones de la comunidad sobre el Sistema Funcional - Construido	183
6.3.8. Conclusiones del Sistema Funcional - Construido	183
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES - PARTE 4: Sistema Económico - Productivo	185
6.4. Sistema Económico - Productivo	186
6.4.1. Actividades económicas y estructura sectorial	186
6.4.1.1. Actividades del sector primario	187
6.4.1.2. Actividades del sector secundario	188
6.4.1.3. Actividades del sector terciario	190
6.4.2. Condiciones del mercado laboral	191
6.4.2.1. Estructura del mercado laboral	191



6.4.2.2. Proyección de la estructura del mercado laboral al año 2025	192
6.4.2.3. Composición empresarial y características del empleo formal	193
6.4.2.4. Cobertura de servicios de salud como proxy de la informalidad económica	195
6.4.2.5. Comercio Exterior	196
6.4.3. Percepción de la comunidad sobre el sistema económico	198
CAPÍTULO 3 - ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES - PARTE 5: Sistema Institucional y de Gobernanza Territorial	199
6.5. Sistema Institucional y de gobernanza territorial	240
6.5.2. Actores e instituciones vinculados al ordenamiento territorial	240
6.5.3. Normas para el ordenamiento territorial municipal	241
6.5.4. Políticas y líneas de acción para el ordenamiento territorial	241
6.5.5. Financiamiento del desarrollo sectorial en el territorio	241
6.5.6. Conclusiones del sistema institucional y de gobernanza territorial	245
7. ANÁLISIS INTEGRADO	246
7.1. Matriz de Problemáticas	246
7.2. Matriz de Potencialidades	256
BIBLIOGRAFÍA	261

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Huella urbana actual en el territorio de la República Dominicana	25
Ilustración 2 Radiancia del sistema urbano en República Dominicana	26
Ilustración 3 División político-administrativa y provincias de la Región Valdesia – Decreto 710.04	28
Ilustración 4 División político-administrativa y provincias de la Región Valdesia – Ley 345-22	29
Ilustración 5 Conformación y delimitación de la MGSD	30
Ilustración 6 Huella urbana en la MGSD	31
Ilustración 7 Densidad poblacional en la MGSD	32
Ilustración 8 Localización del Municipio en la Provincia y Sistema urbano de la Provincia	36
Ilustración 9 División político-administrativa del Municipio de San Cristóbal	38
Ilustración 10 Barrios en el área urbana principal de San Cristóbal	40
Ilustración 11 Etapas de crecimiento del suelo urbano del Municipio de San Cristóbal	41
Ilustración 12 Multitemporal 1975 - 2023 de huella urbana	42
Ilustración 13 Huella Urbana Actual del Municipio de San Cristóbal	43
Ilustración 14 Huella Urbana Actual con vías y barrios	45
Ilustración 15 Tipos de tejido en la huella urbana consolidada del Municipio de San Cristóbal	47
Ilustración 16 Pendientes Municipio de San Cristóbal	50
Ilustración 17 Unidades geológicas del municipio de San Cristóbal	52



Ilustración 18 Subunidades geomorfológicas del municipio de San Cristóbal	54
Ilustración 19 Tipos de Suelos Municipio de San Cristóbal	57
Ilustración 20 Asociaciones de Suelos del Municipio de San Cristóbal	59
Ilustración 21 Clases Agrológicas Municipio de San Cristóbal	61
Ilustración 22 Hidrografía de San Cristóbal	64
Ilustración 23 Cuencas y subcuencas hidrográficas	65
Ilustración 24 Hidrogeología Municipio de San Cristóbal	68
Ilustración 25 Áreas Protegidas Municipio de San Cristóbal.	80
Ilustración 26 Frente marítimo terrestre. Municipio de San Cristóbal	81
Ilustración 27 Uso y cobertura del suelo	89
Ilustración 28 Conflictos de uso del suelo	91
Ilustración 29 Susceptibilidad inundación por geomorfología en el municipio de San Cristóbal	97
Ilustración 30 Rastros Antiguos y Rastros Recientes	99
Ilustración 31 Amenaza por inundación del municipio de San Cristóbal	101
Ilustración 32 Amenaza por inundación de la zona urbana del municipio de San Cristóbal	102
Ilustración 33 Detonante lluvia a partir de Isoyetas para el municipio de San Cristóbal	107
Ilustración 34 Coeficiente Amplificación Sísmica (ST)	108
Ilustración 35 Aceleración Sísmica (Sa)	108
Ilustración 36 Amenaza por movimientos en masa	109
Ilustración 37 Amenaza por movimientos en masa área urbana	109
Ilustración 38 Amenaza tecnológica área urbana	112
Ilustración 39 Usos del suelo en San Cristóbal	145
Ilustración 40 Usos Hatillo y Hato Damas	146
Ilustración 41 Accesibilidad a equipamientos de educación	148
Ilustración 42 Accesibilidad a equipamientos de educación superior	149
Ilustración 43 Accesibilidad a equipamientos de salud	151
Ilustración 44 Accesibilidad a equipamientos de cultura	152
Ilustración 45 Accesibilidad a equipamientos de recreación y deporte	153
Ilustración 46 Accesibilidad a equipamientos de seguridad	154
Ilustración 47 Accesibilidad a equipamientos estatales	155
Ilustración 48 Accesibilidad a equipamientos del culto	156
Ilustración 49 Clasificación del sistema vial de San Cristóbal – general	158
Ilustración 50 Clasificación del sistema vial de San Cristóbal – urbano	159
Ilustración 51 Estado del sistema vial de San Cristóbal – general	160
Ilustración 52 Estado del sistema vial de San Cristóbal – urbano	161
Ilustración 53 Paradas de buses suelo urbano	162
Ilustración 54 Puntos de prestación de servicio de acueducto	164
Ilustración 55 Puntos de prestación de servicio de alcantarillado	165



Ilustración 56 Localización de vertederos	167
Ilustración 57 Localización de subestaciones	168
Ilustración 58 Inventario de espacio público	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Registro fotográfico de talleres realizados	17
Figura 2 Registro de las percepciones para presentar en plenaria	17
Figura 3 Normas de ordenamiento territorial y sectoriales de superior jerarquía	18
Figura 4 Organigrama de Ayuntamiento Municipal de San Cristóbal	19
Figura 5 Organigrama Dirección de Planeamiento Urbano - DPU	20
Figura 6 El Municipio de San Cristóbal en el contexto nacional y regional	22
Figura 7 Población total (derecha) y población del municipio de San Cristóbal (izquierda) por zona de residencia 1920-2022	24
Figura 8 Secciones en el Municipio de San Cristóbal	39
Figura 9 Barrios en el Municipio de San Cristóbal	39
Figura 10 Crecimiento Huella Urbana Continua y Discontinua 1975-2023.	44
Figura 11 Tasa de Crecimiento Huella Urbana Continua y Discontinua 1975-2023	44
Figura 12 Porcentaje de área según tipo de tejido	46
Figura 13 Temperatura Media Anual Periodo 1950-2023	71
Figura 14 Precipitación Media Anual Periodo 1950-2023	71
Figura 15 Ciclo Estacional Histórico de San Cristóbal para el periodo 1991-2020	71
Figura 16 Reserva Antropológica	74
Figura 17 Paisaje Protegido	80
Figura 18 Distribución porcentual de conflictos	91
Figura 19 Esquema metodológico para la obtención de la susceptibilidad por inundaciones	96
Figura 20 Porcentaje de susceptibilidad inundación por geomorfología en el municipio de San Cristóbal	97
Figura 21 Esquema metodológico para la obtención de la amenaza por inundaciones	98
Figura 22 Insumos para la zonificación de amenaza	100
Figura 23 Porcentaje de amenaza por inundación	101
Figura 24 Metodología para zonificar amenazas por movimientos en masa	103
Figura 25 Relación de deslizamientos y el factor condicionante	105
Figura 26 Resultados de la curva ROC	106
Figura 27 Porcentaje de amenaza por movimientos en masa.	110
Figura 28 Cantidad de población en los años 2002, 2010 y 2022 en San Cristóbal	124
Figura 29 Tasas de crecimiento poblacional en San Cristóbal	124
Figura 30 Tasas de crecimiento proyectadas para San Cristóbal	125
Figura 31 Densidad poblacional por Distritos en el municipio de San Cristóbal	126
Figura 32 Distribución población urbana y rural Distritos de San Cristóbal	126



Figura 33 Distribución por sexos en San Cristóbal	126
Figura 34 Pirámide poblacional en San Cristóbal	127
Figura 35 Distribución de población por nivel educativo en San Cristóbal	128
Figura 36 Distribución de población por autorreconocimiento étnico en San Cristóbal	129
Figura 37 Distribución de población por nivel socioeconómico en San Cristóbal	129
Figura 38 Tamaño del hogar en San Cristóbal	130
Figura 39 Jefatura del hogar en San Cristóbal	130
Figura 40 Tipos de vivienda en San Cristóbal	130
Figura 41 Tenencia de la vivienda en San Cristóbal	131
Figura 42 Acceso a servicio de alcantarillado en San Cristóbal	131
Figura 43 Acceso a servicio de acueducto en San Cristóbal	132
Figura 44 Acceso a servicio de recolección de residuos en San Cristóbal	132
Figura 45 Acceso a servicio de energía en San Cristóbal	133
Figura 46 Materiales de las paredes en las viviendas en San Cristóbal	133
Figura 47 Materiales del techo en las viviendas en San Cristóbal	134
Figura 48 Materiales del piso en las viviendas en San Cristóbal	134
Figura 49 Usos del suelo en el área amanzanada urbana	145
Figura 50 Accesibilidad a servicios sociales	147
Figura 51 Densidad vial municipios Mancomunidad del Gran Santo Domingo, 2019	157
Figura 52 Distribución de la red vial por tipo de conexión	158
Figura 53 Estado de las vías según tipo de conexión	160
Figura 54 Rutas actuales de transporte urbano e interurbano	162
Figura 55 Mapa de corredores del circuito vial despejado	163
Figura 56 Circuitos de energía eléctrica en el municipio de San Cristóbal	169
Figura 57 Tipo y escala del espacio público	172
Figura 58 Esquema de relacionamiento del corredor comercial con su entorno central	180
Figura 59 Esquema de relacionamiento de los polígonos industriales	181
Figura 60 Esquema de relacionamiento de los polígonos y corredores de mercados, comercio informal y zonas de ocio industriales	182
Figura 61 Gobernanza Territorial	200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Talleres participativos realizados	16
Tabla 2 Población total, urbana y rural de los municipios de la MGSD	34
Tabla 3 Divisiones político-administrativas y territoriales de los municipios	37
Tabla 4 Pendientes por rangos y áreas	51
Tabla 5 Estratigrafía	52
Tabla 6 Unidades geomorfológicas	54



Tabla 7 Tipos de suelo	57
Tabla 8 Asociaciones de Suelos del Municipio de San Cristóbal	59
Tabla 9 Clases Agrológicas Municipio de San Cristóbal	61
Tabla 10 Disponibilidad de Agua en Región Hidrográfica Ozama-Nizao	63
Tabla 11 Características de las principales cuencas presentes en San Cristóbal	64
Tabla 12 Cuencas	66
Tabla 13 Subcuencas	66
Tabla 14 Hidrogeología Municipio de San Cristóbal	69
Tabla 15 Flora presente	83
Tabla 16 Fauna presente	84
Tabla 17 Lista de Anfibios	84
Tabla 18 Anfibios amenazados (UICN 2014)	85
Tabla 19 Especies de reptiles	86
Tabla 20 Especies de categoría en peligro	86
Tabla 21 Especies de aves	87
Tabla 22 Mamíferos	88
Tabla 23 Cuantificación de las coberturas del municipio	90
Tabla 24 Criterios de selección de zonas de susceptibilidad a inundación por elevación	97
Tabla 25 Esquema de ponderación de variables temáticas para el modelo de amenaza por fenómenos de inundación	100
Tabla 26 Rangos estimados para la zonificación de la amenaza por inundación	100
Tabla 27 Amenaza por inundación del municipio de San Cristóbal	101
Tabla 28 Matriz de Amenazas Asociadas a las Estaciones de Gasolina y Plantas de GLP	111
Tabla 29 Vulnerabilidad al Cambio Climático	116
Tabla 30 Contexto general de la distribución de población	123
Tabla 31 Distribución poblacional MGSD	123
Tabla 32 Distribución poblacional en la Provincia San Cristóbal	124
Tabla 33 Tasas de crecimiento proyectadas para San Cristóbal	125
Tabla 34 Distribución poblacional por Distritos en el municipio de San Cristóbal	125
Tabla 35 Distribución en grupos de edad de la población urbana en San Cristóbal	127
Tabla 36 Índice de dependencia de la población urbana en San Cristóbal	127
Tabla 37 Distribución en grupos de edad de la población rural en San Cristóbal	128
Tabla 38 Índice de dependencia de la población rural en San Cristóbal	128
Tabla 39 Hogares y viviendas en San Cristóbal	129
Tabla 40 Equipamientos de Educación en el Municipio de San Cristóbal	147
Tabla 41 Equipamientos de Salud en el Municipio de San Cristóbal	150
Tabla 42 Equipamientos de Seguridad en el Municipio de San Cristóbal	153
Tabla 43 Inventario de equipamientos estatales	155
Tabla 44 Inventario de espacios públicos recreativos en suelo urbano de San Cristóbal	170
Tabla 45 Indicador de espacio público recreativo total y por áreas urbanas de San Cristóbal	173
Tabla 46 Ofertas de propiedades usadas en San Cristóbal	174



Tabla 47 Oferta de vivienda nueva en San Cristóbal	175
Tabla 48 Territorios con vocación económica en San Cristóbal	177
Tabla 49 Actividades económicas predominantes en el municipio de San Cristóbal	186
Tabla 50 Empresas y empleo en el sector primario – Municipio de San Cristóbal	187
Tabla 51 Uso y Cobertura de la tierra económica (2023)	188
Tabla 52 Empresas y empleo en el sector secundario – Municipio de San Cristóbal	189
Tabla 53 Empresas formales del sector terciario en el municipio de San Cristóbal (2024)	190
Tabla 54 Estructura del mercado laboral por sexo, municipio de San Cristóbal (2010)	192
Tabla 55 Proyección del mercado Laboral para San Cristóbal (Municipio) para 2025	193
Tabla 56 Estructura empresarial del municipio de San Cristóbal	194
Tabla 57 Cobertura de servicios de salud como proxy de la informalidad económica de San Cristobal (municipio)	195
Tabla 58 Condiciones generales de la cobertura en salud como proxy de la informalidad para el municipio de San Cristóbal	196
Tabla 59 Empresas formales en San Cristóbal por tipo jurídico con posible orientación a comercio exterior (2024)	197
Tabla 60 Agua Potable y Saneamiento en el Municipio de San Cristóbal	202
Tabla 61 Inversión Pública en el Municipio de San Cristóbal (2023-2026)	202
Tabla 62 Construcción de Eco-Viviendas en el Municipio de San Cristóbal	203
Tabla 63 Infraestructura y Servicios Básicos en el Municipio de San Cristóbal	203
Tabla 64 Sectores estratégicos y oportunidades reales de financiamiento para San Cristóbal (2025–2028)	204
Tabla 65 Relación entre sistemas funcionales	207



CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1. Introducción

El Diagnóstico Territorial Integrado del Municipio de San Cristóbal constituye un insumo técnico fundamental para la formulación del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT), en concordancia con la Ley 368-22 de Ordenamiento Territorial, Uso de Suelo y Asentamientos Humanos y los lineamientos establecidos en la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 (Ley 1-12). Este documento responde a la necesidad de estructurar un modelo de desarrollo territorial que garantice un crecimiento ordenado, sostenible e inclusivo, alineado con los principios de gobernanza metropolitana, gestión de riesgos y eficiencia en el uso de los recursos.

Desde una perspectiva metodológica, el diagnóstico adopta un enfoque sistémico, articulando cinco dimensiones de análisis: (i) sistema biofísico; (ii) sistema sociocultural; (iii) sistema funcional-construido; (iv) sistema económico-productivo y; (v) sistema institucional y de gobernanza territorial. Este abordaje permite no solo caracterizar la situación actual del territorio, sino también identificar patrones, dinámicas y relaciones funcionales que determinan su estructura y potencial de desarrollo.

En términos estratégicos, el diagnóstico busca generar una base de información rigurosa y multidimensional que facilite la toma de decisiones informadas para el ordenamiento territorial de San Cristóbal. A partir del análisis de factores estructurales y tendencias territoriales, se establecen escenarios de desarrollo y se identifican áreas prioritarias para la intervención pública y privada. De manera particular, se enfatiza la necesidad de fortalecer la integración del municipio en la Región Metropolitana de Santo Domingo, optimizar sus relaciones de conectividad intermunicipal y potenciar sus sectores estratégicos, tales como la industria, el comercio y el turismo sostenible.

Desde una perspectiva político-administrativa, el documento examina el marco normativo vigente, considerando los niveles de competencia del

gobierno municipal, las relaciones de coordinación interinstitucional y los retos asociados a la descentralización de funciones en materia de planificación y gestión territorial. En este sentido, se destaca la importancia de articular el POT con los instrumentos de planificación regional y nacional, asegurando su alineación con las políticas de desarrollo urbano, infraestructura, movilidad y servicios públicos.

El contenido del diagnóstico se desarrolla en varias secciones clave. En primer lugar, se presenta el marco normativo e institucional, estableciendo el contexto jurídico y competencial del ordenamiento territorial en San Cristóbal. Luego, se abordan las relaciones funcionales del municipio en diferentes escalas territoriales, desde su inserción en la economía global hasta sus interacciones con la Región Metropolitana y la provincia de San Cristóbal. Posteriormente, se realiza un análisis interno que incluye la caracterización físico-espacial del municipio, su evolución histórica, patrones de urbanización y distribución de actividades económicas. Finalmente, se realiza la caracterización y análisis de los sistemas territoriales, con el correspondiente análisis integrado, hasta llegar a la definición del modelo de ocupación territorial actual.

En síntesis, este Diagnóstico Territorial Integrado constituye una herramienta clave para la planificación del futuro de San Cristóbal, con una mirada prospectiva y sostenible. Su enfoque técnico y multidimensional permitirá orientar la gestión del territorio en función de criterios de equidad, resiliencia y competitividad, asegurando que el crecimiento urbano se traduzca en mejoras sustantivas en la calidad de vida de sus habitantes.



Imagen de SueSun en Pixabay

1. Enfoque Metodológico

El Diagnóstico Territorial Integrado del Municipio de San Cristóbal se construye a partir de un enfoque sistémico y complejo, reconociendo que el territorio es una estructura dinámica, compuesta por múltiples dimensiones interdependientes que evolucionan en el tiempo y el espacio. Esta aproximación permite comprender el municipio no solo como un espacio geográfico y normativo, sino como un sistema vivo de relaciones sociales, económicas, ambientales e institucionales, donde la planificación y el ordenamiento territorial deben responder a realidades multidimensionales en constante transformación.

Desde esta perspectiva, el proceso de diagnóstico se desarrolla bajo tres principios metodológicos fundamentales:

- 1) **Abordaje por sistemas territoriales:** se estructura el análisis en cinco sistemas interrelacionados que explican la complejidad del territorio:
 - Sistema biofísico: condiciones geológicas, geomorfológicas, climáticas y ambientales que determinan la vocación y la resiliencia del territorio ante el cambio climático y las amenazas naturales.
 - Sistema sociocultural: caracterización demográfica, dinámica poblacional, acceso a servicios y equipamientos, estructura socioeconómica y manifestaciones culturales del municipio.
 - Sistema funcional-construido: infraestructura urbana, movilidad, accesibilidad, redes de servicios públicos, espacio público y estructura del uso del suelo.
 - Sistema económico-productivo: sectores estratégicos de la economía municipal, encadenamientos productivos, mercado laboral y condiciones de competitividad territorial.
 - Sistema institucional y de gobernanza territorial: marco normativo,

gobernanza territorial, capacidades de planificación y articulación interinstitucional.

2) **Análisis multinivel y por escalas de relación territorial:** el diagnóstico no se limita a una visión aislada del municipio, sino que estudia las interdependencias de San Cristóbal con distintos niveles territoriales:

- Escala metropolitana: interacciones con la Región Metropolitana de Santo Domingo y los efectos del crecimiento urbano y los flujos poblacionales.
- Escala regional y provincial: conectividad y articulación con el resto de la provincia de San Cristóbal y la región de Valdesia.
- Escala nacional e internacional: dinámicas de movilidad, comercio, inversión y migración que impactan el desarrollo local.

3) **Proceso de formulación progresiva:** el diagnóstico no es un ejercicio estático, sino un insumo dinámico que orienta la formulación del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial - PMOT. A partir de la caracterización territorial y la identificación de problemáticas y potencialidades, el diagnóstico evoluciona hacia la definición de escenarios prospectivos y líneas estratégicas para la gestión territorial.

En cuanto a la **participación**, el Diagnóstico Territorial Integrado no solo responde a un análisis técnico y normativo del territorio, sino que también se fundamenta en un proceso de participación activa e inclusiva. La participación en la formulación del PMOT es un principio rector del ordenamiento territorial democrático, como lo establece la Ley 368-22 de Ordenamiento Territorial, Uso de Suelo y Asentamientos Humanos, que enfatiza la importancia de la consulta pública y el involucramiento de las comunidades en la toma de decisiones que afectan el uso y la gestión del suelo.

En este contexto, la estrategia de participación en el diagnóstico tiene dos dimensiones clave:

1) Participación multinivel

El abordaje participativo considera la diversidad de niveles de gobernanza y actores territoriales que intervienen en la planificación del municipio, asegurando la articulación entre escalas y sectores:

- Nivel nacional: involucra instituciones del Gobierno Central con competencias en planificación y ordenamiento territorial, las cuales proveen información y brindan orientación sobre los asuntos de interés nacional que deben quedar plasmados en el PMOT¹.
- Nivel intermedio: involucra instituciones de las escalas regional y provincial, integrando la planificación municipal con instrumentos de desarrollo regional.
- Nivel local: en este nivel, se involucran el Ayuntamiento de San Cristóbal, los Distritos municipales, el Consejo Económico y Social, las juntas de vecinos y organizaciones comunitarias, y los gremios empresariales y productivos.

3) Estrategias y mecanismos

Para garantizar un proceso participativo efectivo, el diagnóstico territorial implementa diversas estrategias y mecanismos que permitan la inclusión de voces diversas, la recolección de conocimiento local y la validación de propuestas, tales como: mesas de trabajo sectoriales, talleres participativos territoriales, foros interinstitucionales, consulta pública y mecanismos digitales y, validación participativa con actores clave, asegurando que el documento refleje las realidades y expectativas del territorio.

En cuanto a la información, el Diagnóstico Territorial Integrado se basa en un análisis detallado de información cuantitativa y cualitativa proveniente de fuentes oficiales, estudios previos, instrumentos de planificación existentes y datos recogidos en el proceso participativo. A pesar del esfuerzo por consolidar información integral sobre el territorio, se identifican brechas de datos que requieren estrategias de actualización y complementariedad en la formulación del PMOT. Algunas de las áreas con información faltante o poco detallada incluyen:

- **Dinamismo del mercado de suelo y crecimiento informal:** se requiere mayor precisión en la caracterización de la expansión urbana no planificada y los procesos de cambio de uso del suelo.



Imagen de Светлана en Pixabay

¹ Durante el diagnóstico se realizaron mesas de trabajo con el INE, los Ministerios de Cultura, Ambiente, Agricultura, Minas y Energía, Ambiente, Turismo y Economía.

- **Inventario de infraestructuras y equipamientos públicos:** falta un registro georreferenciado detallado que permita evaluar la accesibilidad real de la población a servicios esenciales.
- **Vulnerabilidad climática y gestión del riesgo:** si bien existen estudios ambientales a nivel nacional y regional, se requiere una evaluación detallada de amenazas específicas para San Cristóbal, como inundaciones, erosión costera y deterioro de ecosistemas estratégicos.
- **Información sobre empleo e informalidad laboral:** aunque se cuenta con datos censales y proyecciones económicas, es necesario profundizar en la caracterización de la economía informal y su impacto en la planificación territorial.

Talleres participativos y percepción social del territorio

La participación social y comunitaria es un componente esencial del diagnóstico territorial, ya que permite que las comunidades locales tengan un rol activo en la elaboración del diagnóstico territorial. Además, contribuye a la legitimidad del proceso y enriquece los resultados al incorporar conocimientos locales y perspectivas diversas.

Para la elaboración del diagnóstico participativo se desarrollaron 9 talleres distribuidos en todo el territorio para cubrir la totalidad del mismo y con diferentes actores territoriales. Los talleres para la construcción del diagnóstico a partir de la percepción social del territorio fueron los siguientes:

Tabla 1 Talleres participativos realizados.

Talleres	Barrios / Parajes
Taller 1	Moscú, 5 de Abril, Villa Fundación, La Suiza, Semilla, Villa Liberación, Sabana Toro, Francisco Peña Gómez I y II La Guandulera, Los Agrónomos.
Taller 2	Hatillo.
Taller 3	Najayo Arriba.
Taller 4	Lavapies, Cañada Honda, El Cerro.
Taller 5	Hato damas.
Taller 6	Jamey.
Taller 7	Villa Fundación, El Moscú, 5 de abril, La Guandulera, La Esmeralda.
Taller 8	Madre Vieja Norte, La Piña, Doña Chucha, El Primavera, Bario Nuevo.

Fuente: CEPAE, 2025. Elaboración propia.

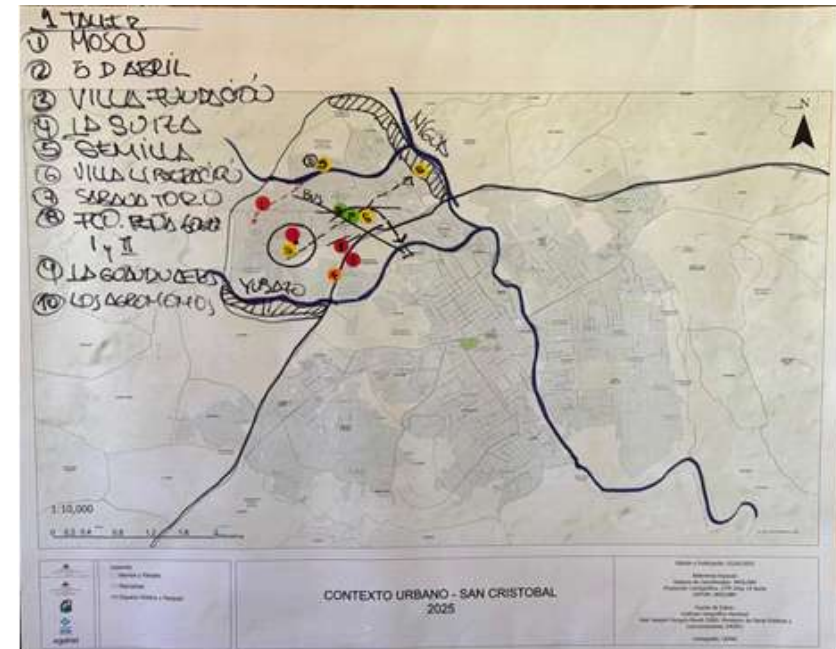
Figura 1 Registro fotográfico de talleres realizados.



Fuente: CEPAE, 2025. Elaboración propia.

En la metodología de los talleres se utilizó la herramienta de cartografía social y mesas temáticas por cada uno de los sistemas territoriales abordados en el diagnóstico (biofísico, socio cultural, funcional - construido, económico - productivo, y de gobernanza – institucional).

Figura 2 Registro de las percepciones para presentar en plenaria



Fuente: CEPAE, 2025. Elaboración propia.

ECONÓMICO PRODUCTIVO	INFRAESTRUCTURA CONSTRUIDA	SOCIAL Y CULTURAL	AMBIENTE Y RESERBAS
<ul style="list-style-type: none"> - SUELOS - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - PUEBLO LEONARDO J. - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J.
<ul style="list-style-type: none"> - OBLIGACIÓN D - RECONSTRUCCIÓN - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - PUEBLO LEONARDO J. - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J.
<ul style="list-style-type: none"> - TRABAJO - PUEBLO LEONARDO J. - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - PUEBLO LEONARDO J. - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J.
<ul style="list-style-type: none"> - TRABAJO - PUEBLO LEONARDO J. - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - PUEBLO LEONARDO J. - VIVIENDA - PUEBLO LEONARDO J. - PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. 	<ul style="list-style-type: none"> - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J. - BARRIO PUEBLO LEONARDO J.

1. Marco Legal

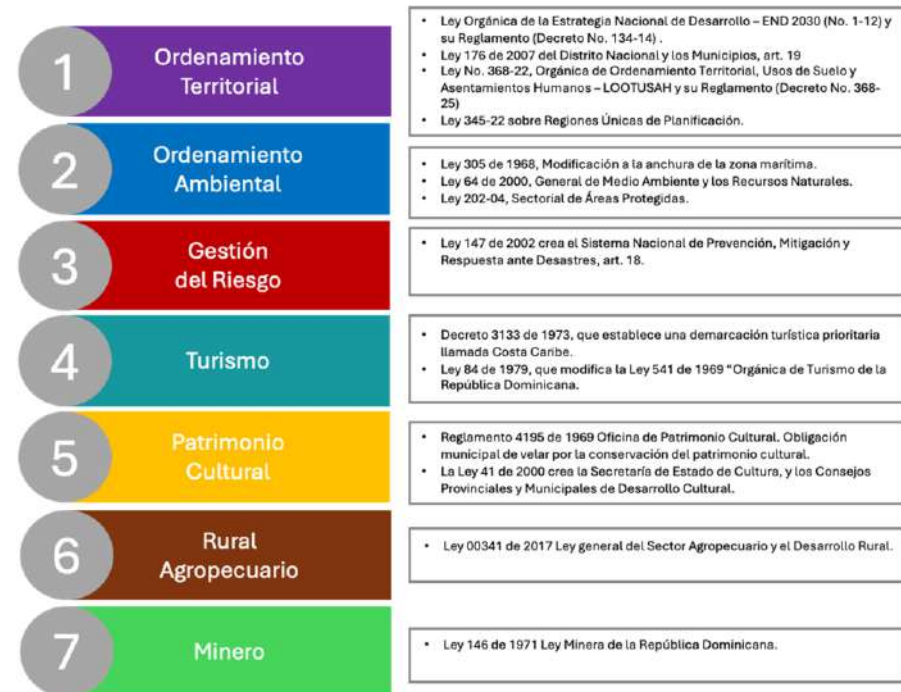
En República Dominicana existe una variedad de instrumentos jurídicos que definen las obligaciones, responsabilidades y derechos sobre el ordenamiento del territorio y el uso del suelo (tanto del Estado, como de sus instituciones y de la sociedad en general), teniendo como fundamento el artículo 194 de la Constitución de la República Dominicana, que establece que *“es prioridad del Estado la formulación y ejecución, mediante ley, de un plan de ordenamiento territorial que asegure el uso eficiente y sostenible de los recursos naturales de la Nación, acorde con la necesidad de adaptación al cambio climático”*.

Así las cosas, el orden jurídico está encabezado por la Constitución, seguido de tratados internacionales celebrados por República Dominicana con otros Estados o con organismos internacionales, que constituyen leyes de la República al entrar en vigor, conforme a las disposiciones del mismo tratado y de esta Constitución, seguidos de los códigos, leyes y reglamentos, las ordenanzas y los reglamentos municipales.

3.1. Marco Normativo Nacional

En República Dominicana las normas que rigen actualmente el ordenamiento territorial son las que se mencionan en la siguiente Figura. Particularmente, la Ley 368-22 ordena que todos los municipios del país deben formular y ejecutar PMOT, en coordinación con los órganos competentes del Estado y con la participación de las representaciones sociales del respectivo territorio municipal, los cuales serán técnicamente revisados y validados por el MEPyD y acompañados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Esta Ley fue reglamentada con el Decreto 396 de 2025 *“Reglamento de Aplicación de la Ley Num. 368-22 Sobre Ordenamiento Territorial, Uso de Suelo y Asentamientos Humanos”*, el cual dentro de otros temas, se refiere a los contenidos, procedimientos de elaboración, adopción, revisión y actualización de los PLOT a nivel nacional.

Figura 3 Normas de ordenamiento territorial y sectoriales de superior jerarquía.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Marco Normativo Municipal

Según información reportada por la Dirección de Planificación Urbana – DPU del Ayuntamiento de San Cristóbal este municipio no ha contado con instrumentos de planificación, ordenamiento y regulación de urbanística o de usos del suelo en toda su historia, la únicas referencias encontradas son una propuesta de Plan Regulador elaborada en el año 2000 que no fue adoptada y, más recientemente, la Resolución 18-2020 que aprueba tasas y

arbitrios de la DPU, la cual se mantiene vigente, según certificación del Ayuntamiento de San Cristóbal – Presidencia de la Sala Capitulada del 15 de noviembre de 2024

4. Marco Institucional y de Competencias

El marco normativo nacional define y distribuye competencias en ordenamiento territorial en los niveles nacional y local y, por lo tanto, son varias las instituciones que cumplen un rol estratégico en la implementación de políticas e instrumentos en esta materia. Particularmente, la Ley de Ordenamiento Territorial, Uso de Suelo y Asentamientos Humanos (No.368-22) se refiere a las siguientes instituciones:

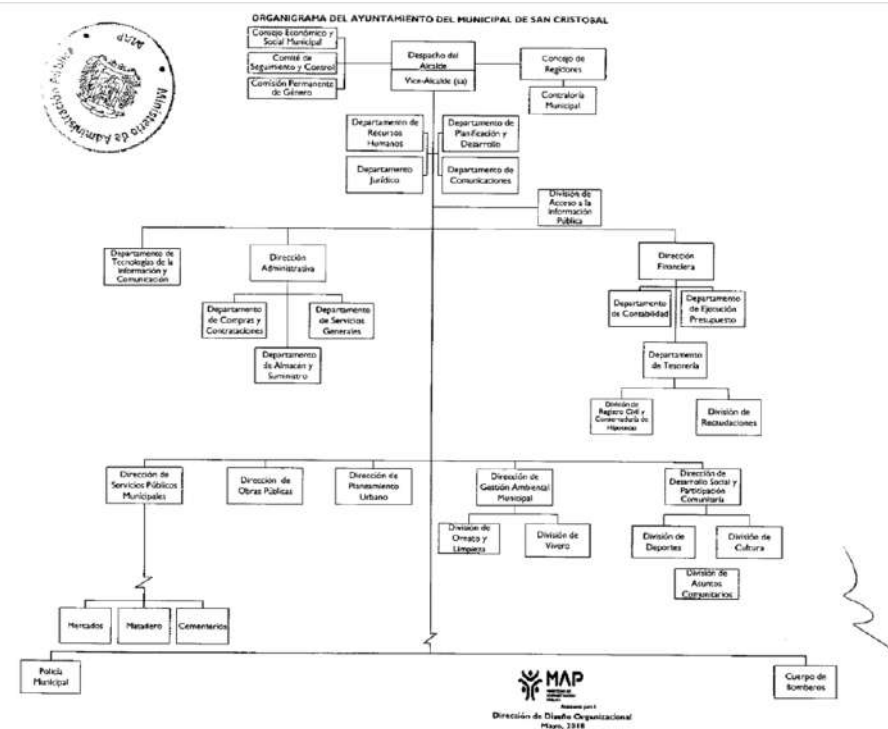
4.1. Marco institucional nacional para el ordenamiento territorial

A nivel nacional, la Ley No.368-22 crea el Sistema Nacional de Ordenamiento Territorial – SNOT, cuya coordinación está delegada al MEPyD. Además del MEPyD, también tienen competencias en ordenamiento territorial las siguientes instituciones nacionales: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Turismo, Ministerio de Cultura, Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Minería, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones – MOPC, Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre – INTRANT, Instituto Geográfico Nacional – IGN, Oficina Nacional de Estadística – ONE, Comités Regionales, Provinciales y Municipales de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres.

4.2. Marco institucional local para el ordenamiento territorial

Con la Resolución No.06-2018 se aprobó la estructura organizativa del Ayuntamiento de San Cristóbal, conformada por cinco (5) grupos de unidades: de máxima dirección, consultivas y asesoras, de apoyo, sustantivas y operativas, y desconcentradas; las cuales en su conjunto configuran el organigrama de esta institución.

Figura 4 Organigrama de Ayuntamiento Municipal de San Cristóbal

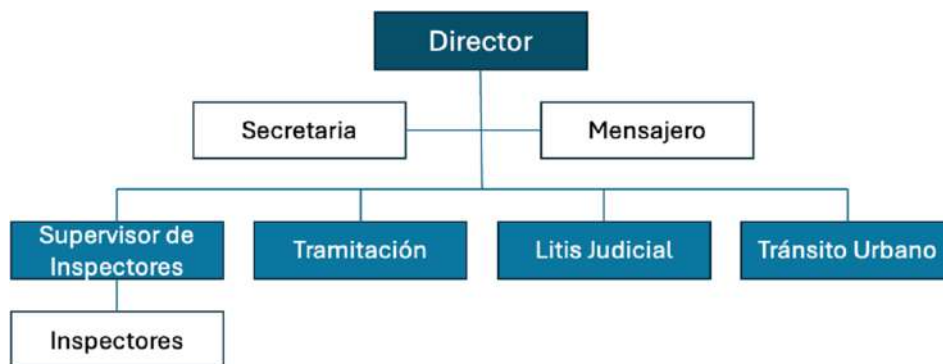


Fuente: Ayuntamiento de San Cristóbal, Resolución No.06-2018

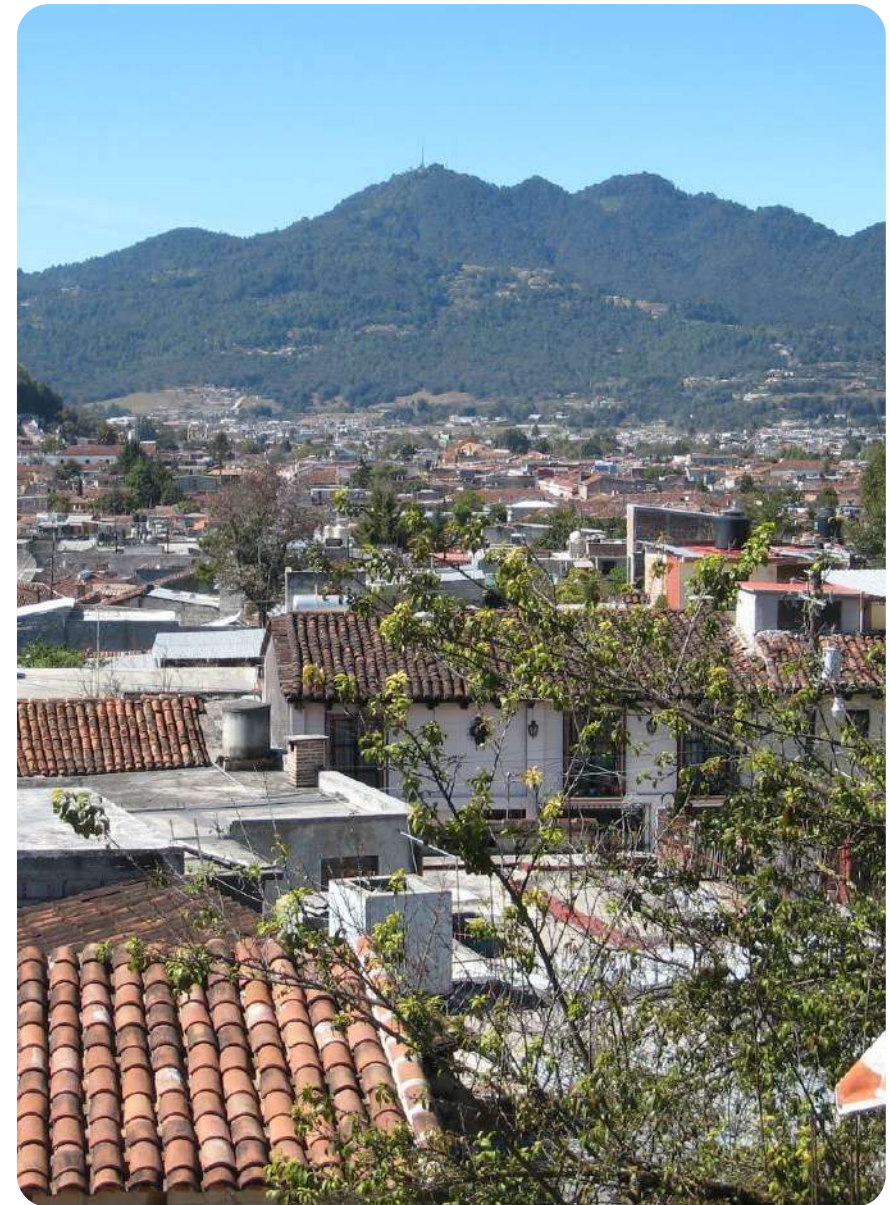
El grueso del trabajo relacionado con la planificación, programación, ejecución y seguimiento de la inversión pública municipal se lleva a cabo a través de las “unidades sustantivas u operativas”, donde se encuentran las siguientes Direcciones técnicas: Servicios Municipales (matadero, cementerios, mercados), Obras Públicas, Planeamiento Urbano, Gestión Ambiental y, Desarrollo Social y Participación Comunitaria. Adicionalmente se cuenta con un Manual de Organización y Funciones del Ayuntamiento, el cual fue adoptado con la Resolución No.18-2018.

La Dirección de Planeamiento Urbano – DPU cuenta con una estructura reducida y cumple sus funciones a través de cuatro áreas técnicas: Supervisión de Inspectores, Tramitación, Litis Judicial (encargada de los temas de violación de linderos y casos de denuncias) y Tránsito Urbano. Como se puede observar, no existe un área técnica con funciones específicas de planeamiento, ni mucho menos de ordenamiento territorial; la gestión de esta Dirección se enfoca en trámites y permisos de uso del suelo, y la inspección de obras.

Figura 5 Organigrama Dirección de Planeamiento Urbano - DPU



Fuente: DPU, 2024



<https://probatelawyerlongbeach.net/>



CAPITULO 2

RELACIÓN DOMINIO:

Dependencia del municipio de San Cristóbal en distintas escalas territoriales

5. Relación Dominio – Dependencia del municipio de San Cristóbal en distintas escalas territoriales

Según el MEPyD (2023), es el proceso que estudia las áreas del entorno de influencia del territorio, ya sean próximas o lejanas, que pueden incidir en el territorio local. Analiza cómo el territorio externo impacta la dinámica y el comportamiento del territorio local. Los sistemas básicos para el análisis son: dependencia del territorio del contexto provincial, regional, nacional e internacional; la influencia de las condiciones biofísicas, e influencia de los centros urbanos próximos o lejanos.

Figura 6 El Municipio de San Cristóbal en el contexto nacional y regional.



Fuente: elaboración propia

En el caso del municipio de San Cristóbal, localizado en la Provincia homónima en la República Dominicana, se configura como un territorio clave por su proximidad al Distrito Capital de Santo Domingo, y su papel estratégico en la dinámica de interacciones urbanas, rurales y regionales. Las relaciones funcionales del municipio de San Cristóbal con su entorno pueden ser analizadas en distintas escalas: internacional, nacional, regional, provincial y municipal urbano-rural. A continuación, se detallan estas relaciones:

5.1. Escala Internacional: conexiones globales del Municipio de San Cristóbal

A pesar de ser un municipio con una economía centrada principalmente en dinámicas nacionales y regionales, San Cristóbal también mantiene vínculos significativos a escala internacional, en particular a través de sectores como el comercio, las exportaciones agrícolas, las remesas de su diáspora y los intercambios culturales. Estas conexiones trascienden fronteras, integrando a San Cristóbal en redes globales que fortalecen su economía local y refuerzan su influencia más allá del territorio dominicano.

5.2. Escala Nacional

San Cristóbal forma parte de los 158 municipios en los que se divide políticamente la República Dominicana. Se posiciona como un eje estratégico en la configuración territorial de la región sur-central del país. Su ubicación geográfica, a pocos kilómetros de Santo Domingo, y su conectividad logística con otras provincias y regiones del país lo convierten en un punto de convergencia para dinámicas económicas, sociales y ambientales. En esta escala, San Cristóbal se destaca por su capacidad para articular flujos de bienes, servicios y personas, consolidándose como un actor clave en la integración regional y nacional.

El Plan Nacional de Ordenamiento Territorial – PNOT (MEPyD, 2025) contempla un diagnóstico integrado y el modelo de ocupación actual del territorio, como también, escenarios de prospectiva territorial y la zonificación de políticas para dicho ordenamiento. Según el análisis y propuesta de jerarquía funcional del sistema de asentamientos humanos de República Dominicana, la ciudad de San Cristóbal pertenece a la categoría de “Ciudad Intermedia” dentro del rango de influencia de 40 km de Santo Domingo, siendo la ciudad de esta categoría más próxima, lo cual le genera ventajas comparativas frente al resto de ciudades.

El municipio de San Cristóbal se integra como un actor destacado en la economía dominicana, tanto por su capacidad productiva como por su contribución a los sistemas logísticos y de abastecimiento del país. Según el Banco Central de República Dominicana (2022), este municipio ocupa un lugar relevante en las exportaciones agrícolas, con un impacto significativo en el suministro de materias primas para la industria alimentaria de todo el país. Adicionalmente, las industrias localizadas en la Zona Franca de San Cristóbal contribuyen a la diversificación de la economía nacional, generando miles de empleos directos e indirectos.

5.2.1. San Cristóbal en el Sistema Urbano Nacional a finales del Siglo XX

La Política Nacional de Desarrollo Urbano para los Asentamientos Humanos formulada y adoptada en el año 2000 por el Consejo Nacional de Asuntos Urbanos – CONAU de la Presidencia de la República, clasificó las ciudades del país por tipologías y estableció su grado de desarrollo a partir de una metodología, un conjunto de criterios (ambiental, servicios sociales, económico, procesos de urbanización y usos del suelo, institucional, habitacional y de comunicación) y de consultas a actores clave. La definición del Sistema Urbano Nacional – SUN se estructuró a partir de la configuración de regiones geográficas, subsistemas urbanos y municipios, respectivamente.

Según esta propuesta, la ciudad de San Cristóbal pertenece a la Región Sur-Este y al Subsistema Urbano de Santo Domingo. Contaba en ese momento con una población de 88,605 habitantes. El análisis de este Subsistema señala que las ciudades ejercen una notable presión sobre el territorio y los ecosistemas que le rodean, con los niveles más altos de contaminación del país que generan impactos importantes sobre la línea costera por la ubicación de una amplia infraestructura portuaria y los residuos que arrastran los ríos que la atraviesan. De acuerdo con la metodología del estudio y los criterios utilizados para la clasificación de las ciudades, San Cristóbal se define como: capital de provincia, grande (entre 80,000 y 319,000 hab.), lineal, consolidada, de distribución y comercial.

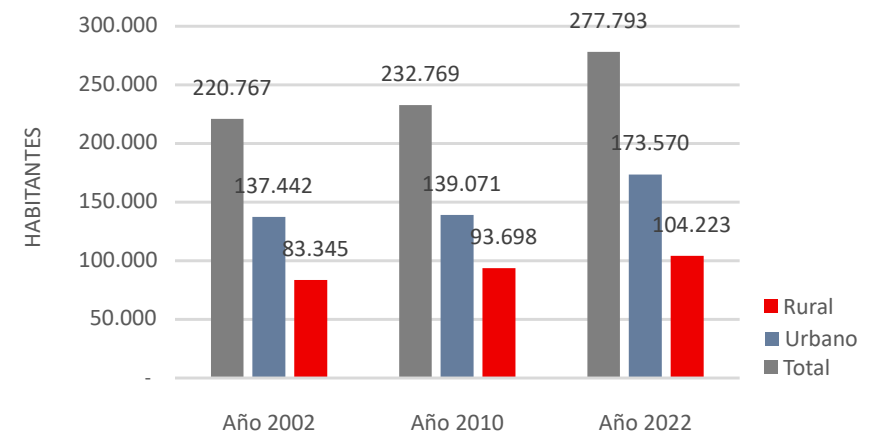
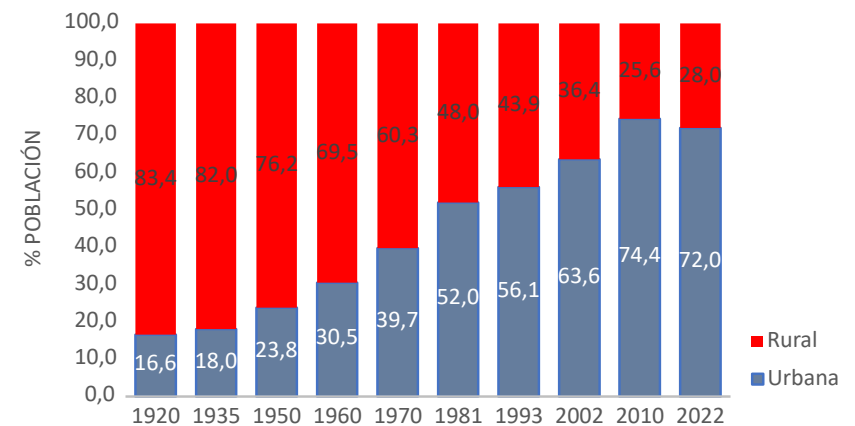
5.2.2. San Cristóbal en el Sistema Urbano Nacional actual

El Reporte del Estado de las Ciudades de Centro América y República Dominicana (ONU-Hábitat, 2022) concluye que *“la Región SICA, integrada por los países de Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana, ocupa el segundo lugar, después de África, de las regiones con más rápida urbanización a nivel mundial”*, República Dominicana y Costa Rica presentan los porcentajes más altos de urbanización, del 82.5% y del 80.8% respectivamente.

Sin embargo, estudios del Banco Mundial como el Estado de la Urbanización en Centro América (2018) y de ONU-Habitat, concluyen que no es un fenómeno homogéneo, por un lado, porque es notoria la tendencia hacia la configuración de aglomeraciones urbanas (las zonas metropolitanas y conurbaciones de la región concentran más de 75% de la población urbana), y por el otro, el crecimiento de las ciudades intermedias o secundarias a tasas más altas que las grandes ciudades y con expansiones de baja densidad. A diferencia de los países centroamericanos, en los cuales sus sistemas de

ciudades gravitan en torno a una sola aglomeración o área metropolitana, en el caso de República Dominicana pueden reconocerse más de dos, entre ellas, las de Santo Domingo y Santiago de los Caballeros.

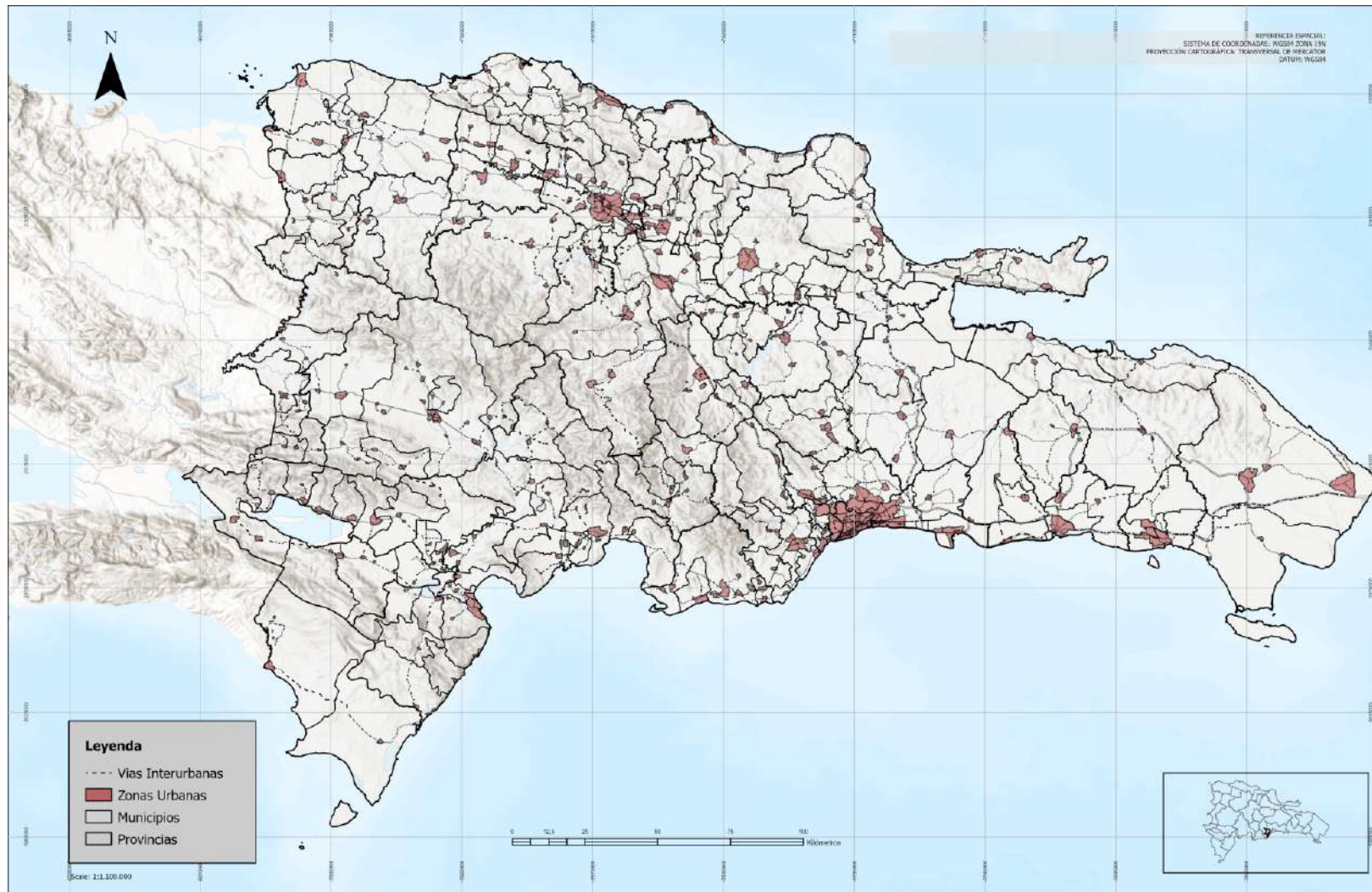
Figura 7 Población total (abajo) y población del municipio de San Cristóbal (arriba) por zona de residencia 1920-2022.



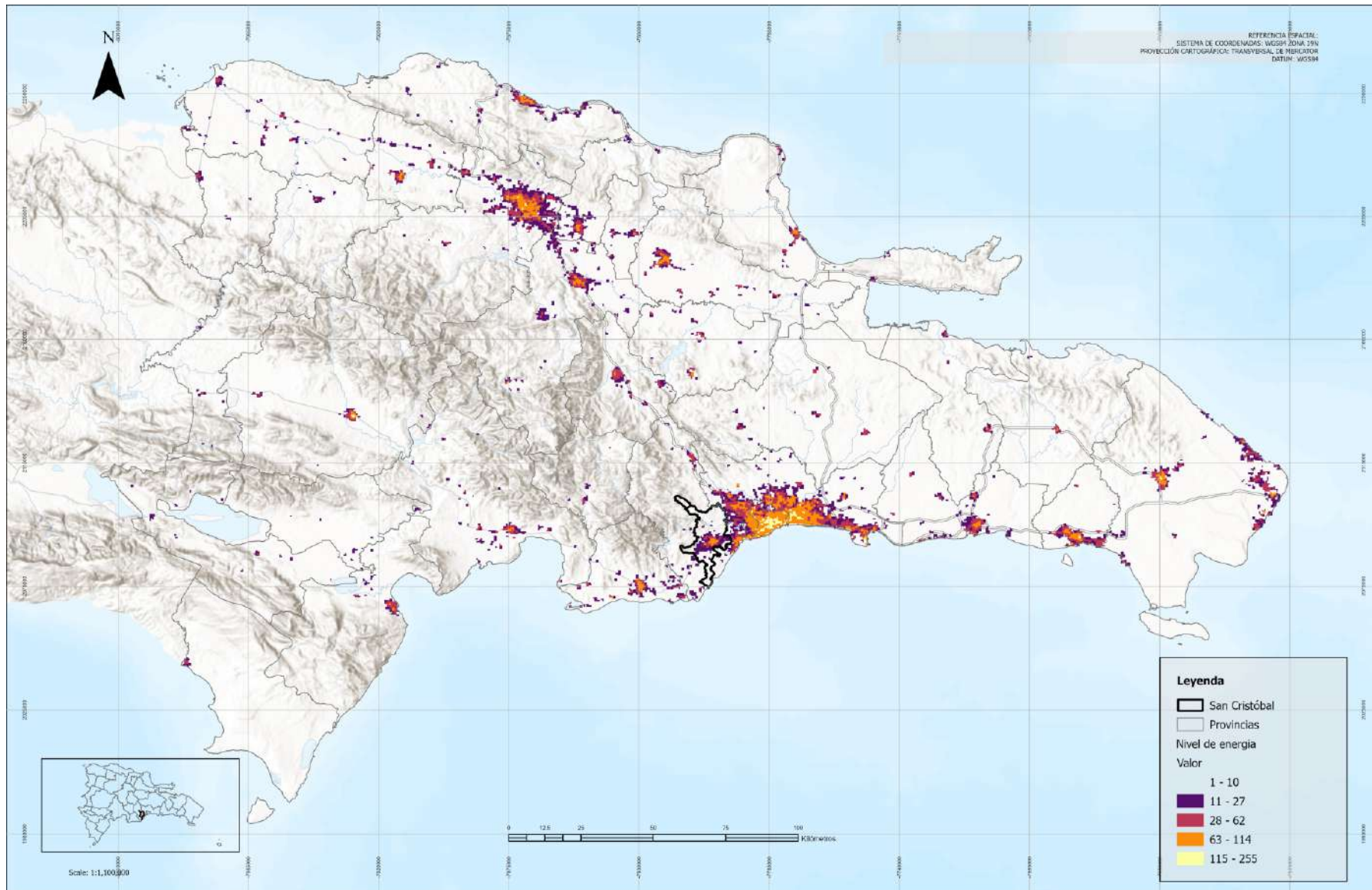
Fuente: ONE, Censos de Población 2002 a 2022.

En este contexto, la ciudad de San Cristóbal ha guardado el mismo comportamiento de las ciudades grandes e intermedias de República Dominicana, con una expansión dispersa más acentuada durante los últimos 20 años y una tendencia a la conurbación como parte de la principal

Ilustración 1 Huella urbana actual en el territorio de la República Dominicana.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

Ilustración 2 Radiancia del sistema urbano en República Dominicana.

Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

5.3. Escala Regional

El proceso de regionalización en la República Dominicana cuenta con una larga trayectoria, pasando por figuras como los departamentos, las regiones político-administrativas, las regiones territoriales de desarrollo, y las de planificación propiamente dichas (Decretos 685-00 y 710-04). En lo corrido del Siglo XXI dos hitos importantes han marcado este proceso: primero, la expedición del Decreto 710-04 que estableció una división territorial político-administrativa a partir de 10 regiones de desarrollo que agruparon las 31 provincias del país, una de ellas, la Región de Valdesia constituida por las provincias de Azua, San José de Ocoa, Peravia y San Cristóbal, con una extensión de 5,563.49 Km²; segundo, la expedición de la Ley 345-22 que define y delimita las regiones únicas de planificación, entre ellas, la Región Valdesia constituida por las provincias de San José de Ocoa (San José de Ocoa, Sabana Larga y Rancho Arriba), Peravia (Baní, Nizao y Matanzas) y San Cristóbal (San Cristóbal, Sabana Grande de Palenque, Bajos de Haina, Cambita Garabitos, Villa Altagracia, Yaguatero, San Gregorio de Nigua y Los Cacaos), con una extensión de 2,865.87 km². En las dos situaciones, la provincia y el municipio de San Cristóbal se encuentran localizados estratégicamente como “territorio bisagra”. A través del territorio municipal de San Cristóbal se realiza la principal conexión vial en sentido oriente-occidente entre el área metropolitana del Gran Santo Domingo y el sistema de ciudades de esta Región, que se prolonga hasta el vecino país de Haití.



almomento.net

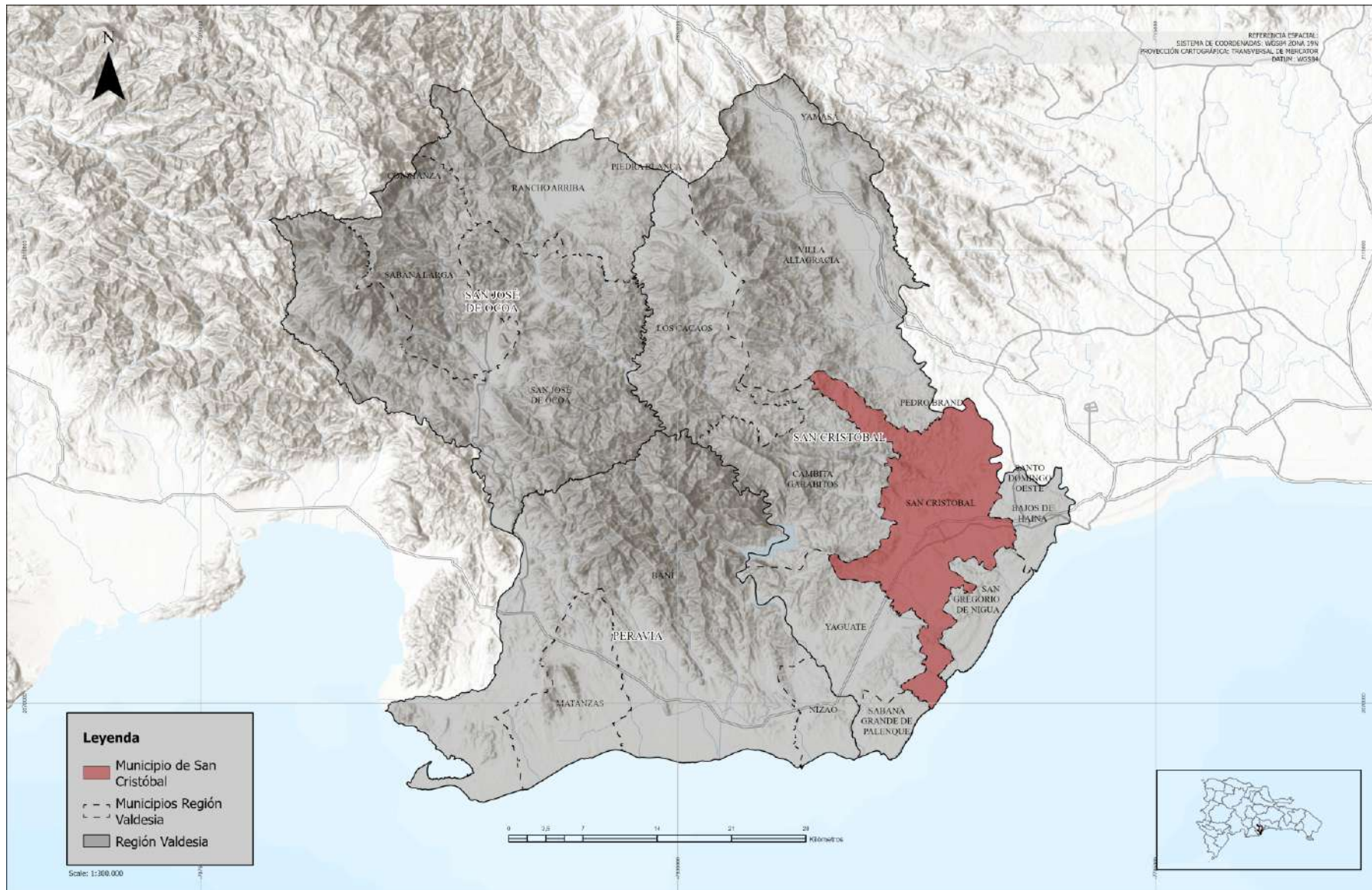
Ilustración 3 División político-administrativa y provincias de la Región Valdesia – Decreto 710.04.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

En la escala regional, el municipio de San Cristóbal se destaca como un actor fundamental en la articulación de dinámicas económicas, sociales y ambientales. Su conectividad logística, capacidad productiva e integración en políticas públicas lo posicionan como un motor de desarrollo territorial en la

República Dominicana. Sin embargo, su crecimiento acelerado y los retos asociados a la sostenibilidad y la equidad requieren de una planificación estratégica que garantice un desarrollo equilibrado y resiliente.

Ilustración 4 División político-administrativa y provincias de la Región Valdesia – Ley 345-22.

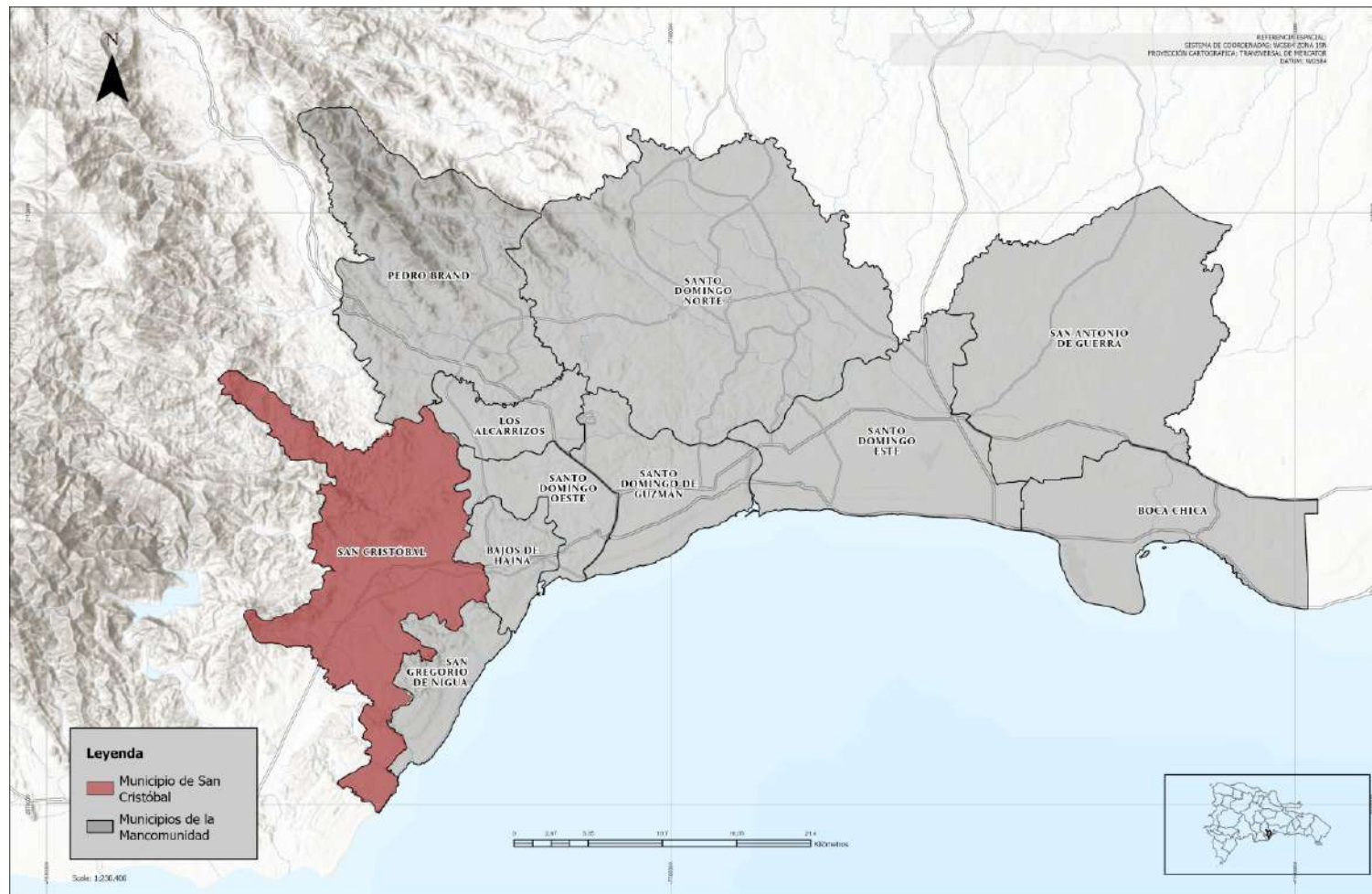
Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

5.4. Escala Metropolitana

La Mancomunidad del Gran Santo Domingo – MGSD, constituida oficialmente en 2008, se encuentra integrada por los ayuntamientos del Gran Santo Domingo (Distrito Nacional, Santo Domingo Norte, Santo Domingo

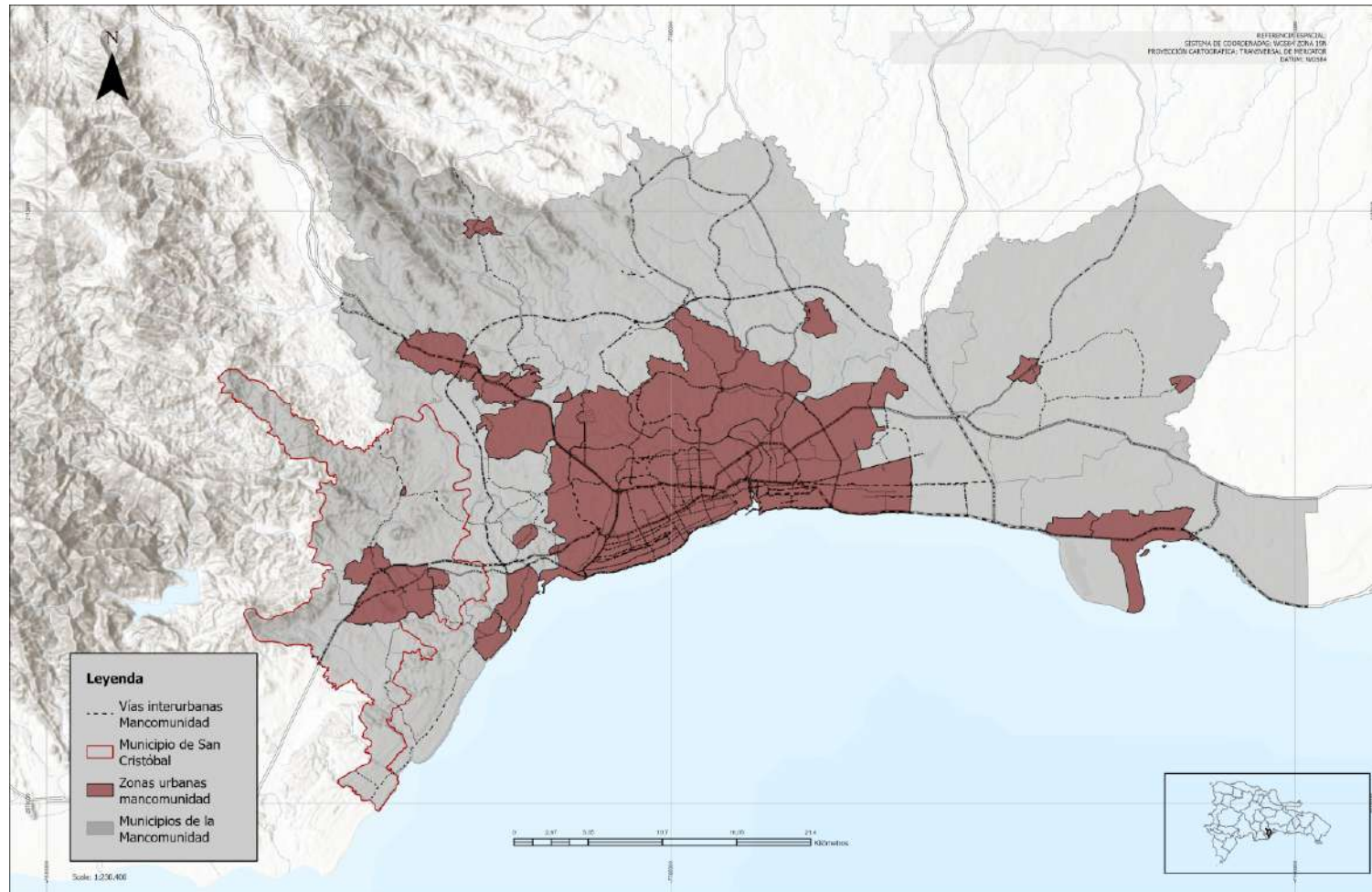
Este, Santo Domingo Oeste, Los Alcarrizos, Pedro Brand, San Antonio de Guerra y Boca Chica), más los ayuntamientos de San Cristóbal, Bajos de Haina y Nigua de la Provincia de San Cristóbal, los cuales ocupan un territorio con una extensión de 3.416 Km².

Ilustración 5 Conformación y delimitación de la MGSD.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

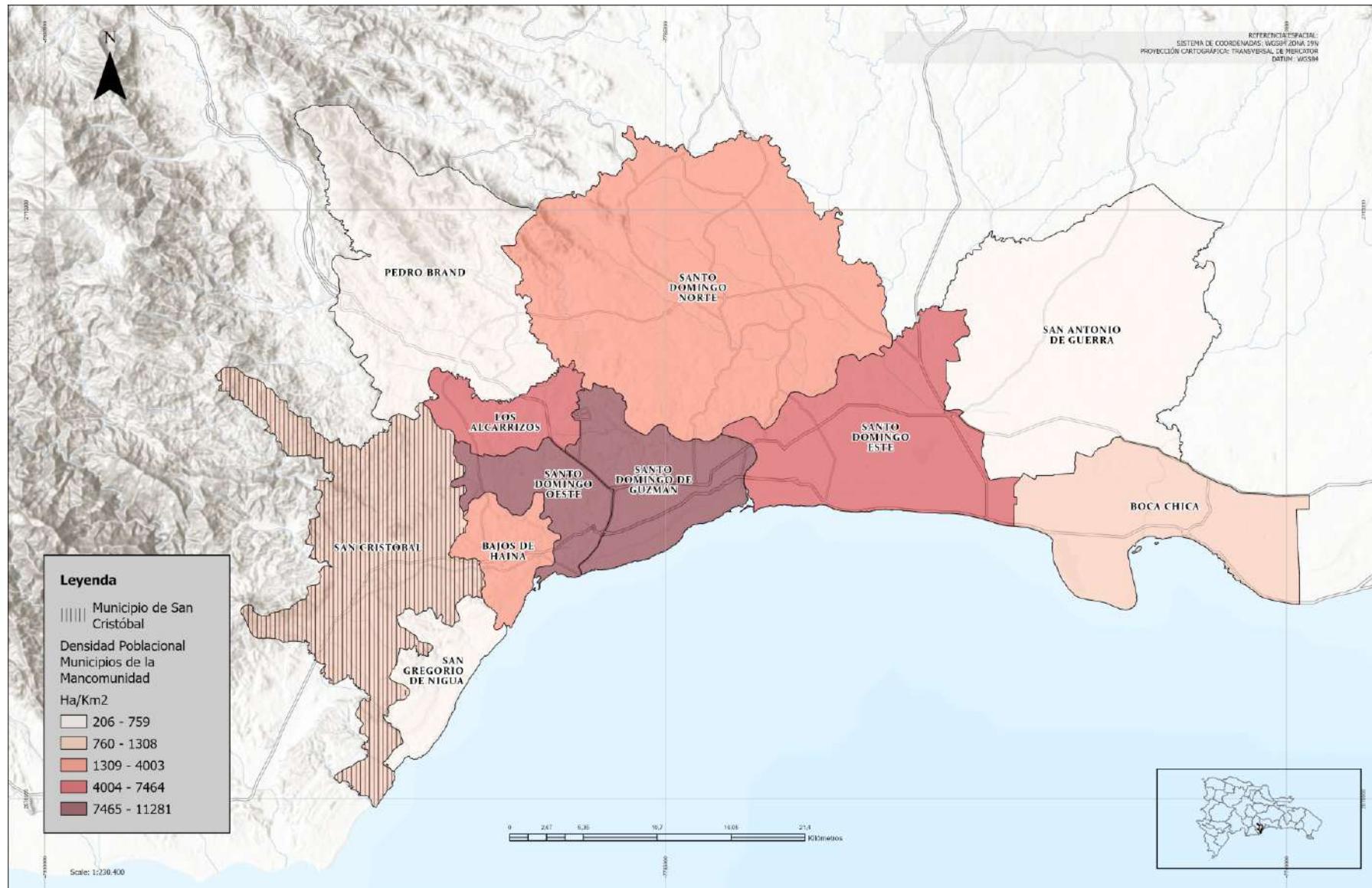
Ilustración 6 Huella urbana en la MGSD.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

El territorio urbano-rural que cubre la Mancomunidad concentra la principal dinámica de aglomeración poblacional y productiva del país, con la evidencia de una gran conurbación de manchas urbanas, como principal hecho metropolitano, además de otros hechos que la caracterizan como un territorio funcional sobre la base de relaciones físicas, ambientales, sociales,

culturales y económicas. Algunos análisis la definen como una aglomeración monocéntrica dado el nivel de concentración y peso relativo que tienen dichas dinámicas poblacionales y productivas en el Distrito Nacional o Santo Domingo de Guzmán y las ciudades conurbadas de Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste y Santo Domingo Norte (Unión Europea, 2021).

Ilustración 7 Densidad poblacional en la MGSD.

Fuente: Unión Europea, 2021. IGN, elaboración propia, 2025.

En términos generales se identifican relaciones funcionales muy estrechas entre el centro y la periferia del área metropolitana, como también, brechas muy marcadas que no lo caracterizan como un territorio homogéneo, compacto y equilibrado. Aunque no existe información específica que permita cuantificarla, una de las principales relaciones funcionales se da por la conmutación laboral entre las zonas donde se localizan las principales actividades comerciales, industriales, portuarias, de servicios y turísticas de la mancomunidad, y los municipios de la periferia donde se localizan en gran medida las zonas residenciales y de baja densidad poblacional. Lo anterior, genera un volumen importante de desplazamientos diarios entre estas zonas de trabajo y residencia, con una fuerte presión sobre la infraestructura de movilidad y el transporte público, que según estudios como el Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo - PMUS, resultan insuficientes para la demanda existente.

Aparte de los flujos propiciados por el transporte de personas, la movilidad en el área metropolitana también es impactada por los flujos propiciados por el transporte de carga, tanto los que se generan a su interior, como los que llegan desde otras zonas del país, y que buscan la conexión con las principales infraestructuras de transporte como puertos y aeropuertos, zonas industriales y de logística, zonas comerciales y de servicios, y centros de acopio, abasto y mercadeo de productos alimenticios, y para el sector de la construcción.

Además de la conmutación laboral, se pueden relevar las siguientes dinámicas en el área metropolitana, las cuales se sustraen de la “Lectura Territorial de la Mancomunidad de Santo Domingo” realizada en el marco del “Proyecto Ciudades Incluyentes, Comunidades Solidarias” (Unión Europea, 2021):

- Procesos de migración interna y externa que demandan nuevo suelo para usos residenciales en las ciudades del centro, incrementando la expansión de las manchas urbanas y la demanda de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos.
- Rezago en la construcción y provisión de vivienda adecuada, especialmente para población vulnerable (de bajos ingresos y migrante), que incrementa el déficit habitacional (especialmente el hacinamiento), tanto en las zonas urbanas del centro, como en las zonas rurales de la periferia.
- Deficiente infraestructura de servicios públicos y acceso a la red pública de agua y saneamiento básico, principalmente en asentamientos precarios de las ciudades del centro y capitales provinciales, y en viviendas de las zonas rurales.
- Presión de la urbanización, formal e informal, sobre los recursos naturales y el sistema de áreas protegidas existentes en el territorio metropolitano, que han puesto en riesgo la conservación de las fuentes hídricas (los ríos y el mar), el suelo y el aire.
- Concentración de infraestructuras de soporte social (salud, educación, cultura, recreación y deporte) en las ciudades del centro, que aumentan los flujos desde la periferia e incrementan el gasto de los hogares para el acceso a estos servicios por el pago de servicios de transporte.
- Las deficiencias en la infraestructura vial y el transporte público entre los municipios de la Mancomunidad generan un aumento considerable en los tiempos de desplazamiento y la pérdida del mismo para la atención de los asuntos domésticos y la vida en familia.
- La Mancomunidad es muy heterogénea en cuanto a especialidad y diversidad económica. Mientras que municipios como Bajos de Haina y San Gregorio de Nigua están muy especializados en actividades de industria y manufactura, otros como Santo Domingo de Guzmán o Santo Domingo Este tienen un perfil económico más diverso con actividades de comercio, servicios, turismo, entre otros.
- Relacionado con lo anterior, se observa una tasa de empleo informal más alta en municipios de la periferia en los cuales la oferta laboral es menor y menos diversificada.

- Tasa de homicidios más alta en los municipios del centro: “De acuerdo con los datos reportados en los boletines de estadísticas municipales, la tasa más alta de homicidios corresponde al municipio de Pedro Brand. Se pueden visibilizar valores más altos en municipios con valores medios y altos de vivienda inadecuada y presencia de segregación socioespacial, que se visibiliza en deficiente accesibilidad a infraestructura de soporte social y oportunidades económicas”.

Sobre esta lectura del territorio de la MGSD, San Cristóbal se configura como uno de los ocho (8) municipios de la periferia metropolitana, con una dependencia moderada del centro, particularmente por los servicios sociales, comerciales, institucionales y financieros que este le ofrece. No obstante, desde el punto de vista económico, existe una alta dependencia por

temas de oferta laboral con los municipios vecinos de Bajos de Haina y San Gregorio de Nigua.

Según la ONE, para el 2022 la población de la MGSD correspondía a 4,2 millones de habitantes, de los cuales, el 83% se concentraba en áreas urbanas. En Santo Domingo de Guzmán, Santo Domingo Este y Santo Domingo Oeste, que constituyen el centro del área metropolitana, se concentraba más del 62% de la población urbana; el restante 48% se localizaba en las áreas urbanas de los municipios de la periferia, incluida el área urbana de San Cristóbal. La población rural de la MGSD (710.763 hab.) representa apenas el 17% del total, siendo los municipios de San Cristóbal y Santo Domingo Este los que presentan mayor presencia de esta población.

Tabla 2 Población total, urbana y rural de los municipios de la MGSD.

Municipio	Población Total	Superficie (km ²)	Habitante/km ²	Población Urbana	Población Rural	% Urbano	% Rural
Santo Domingo de guzmán	1.029.110	91	11.281	1.029.110	0	100%	0%
Santo Domingo Este	1.029.117	165	6.219	873.966	155.151	85%	15%
Santo Domingo Oeste	410.578	54	7.538	322.291	88.287	78%	22%
Santo Domingo Norte	674.274	388	1.737	582.933	91.341	86%	14%
Boca Chica	167.040	141	1.183	104.951	62.089	63%	37%
San Antonio de Guerra	59.299	287	206	17.202	42.097	29%	71%
Los Alcarrizos	336.307	45	7.464	282.799	53.508	84%	16%
Pedro Brand	92.973	223	417	76.856	16.117	83%	17%
San Gregorio de Nigua	38.272	50	759	17.519	20.753	46%	54%
San Cristóbal	277.793	212	1.308	173.570	104.223	62%	38%
Bajos de Haina	159.888	40	4.003	82.691	77.197	52%	48%
Total	4.274.651	1.699	2.516	3.563.888	710.763	83%	17%

Fuente: ONE, Censo Nacional de Población y Vivienda 2022. Elaboración propia.

La estructura espacial metropolitana y los flujos más importantes entre San Cristóbal y el resto de este territorio se dan en sentido oriente-occidente, particularmente a través de la infraestructura vial y de las redes de algunos servicios públicos de escala metropolitana. Sobre la infraestructura vial se mueve gran parte de la economía de la MCGS y del país. En sentido norte-sur, y por la topografía natural con pendiente y dirección hacia el mar, el principal flujo lo constituye la red hídrica conformada por los ríos Haina, Ozama, Nigua y Yubazo.

Presenta una adecuada conexión hacia el interior de la Mancomunidad a través de las autopistas que unen al Distrito Capital con la Región Valdesia, con problemas de represamiento en horas de alto tráfico. Sin embargo, la conexión con infraestructuras de importancia nacional como el Aeropuerto Internacional Las Américas o el puerto, zona franca multimodal y la marina de Boca Chica, localizadas al otro extremo del territorio metropolitano, complica la movilidad por la falta de una vía perimetral o circunvalar que evite el paso por el área urbana de Santo Domingo.

5.5. Escala Provincial

La Provincia de San Cristóbal está conformada por ocho (8) municipios y nueve (9) distritos municipales que ocupan un territorio con una extensión de 1,240.32 Km² y que en 2022 contaban con una población de 688.828 habitantes. En los municipios de San Cristóbal (40%) y Bajos de Haina (23%) se localizaba más del 63% de la población de la Provincia. La ciudad de San Cristóbal es su capital, localizada en la parte sur-oriental de la Provincia. A través del territorio del municipio de San Cristóbal se lleva a cabo la principal conexión entre el Gran Santo Domingo y la Provincia, principalmente por la Autopista 6 de Noviembre y la Carretera Francisco del Rosario Sánchez.

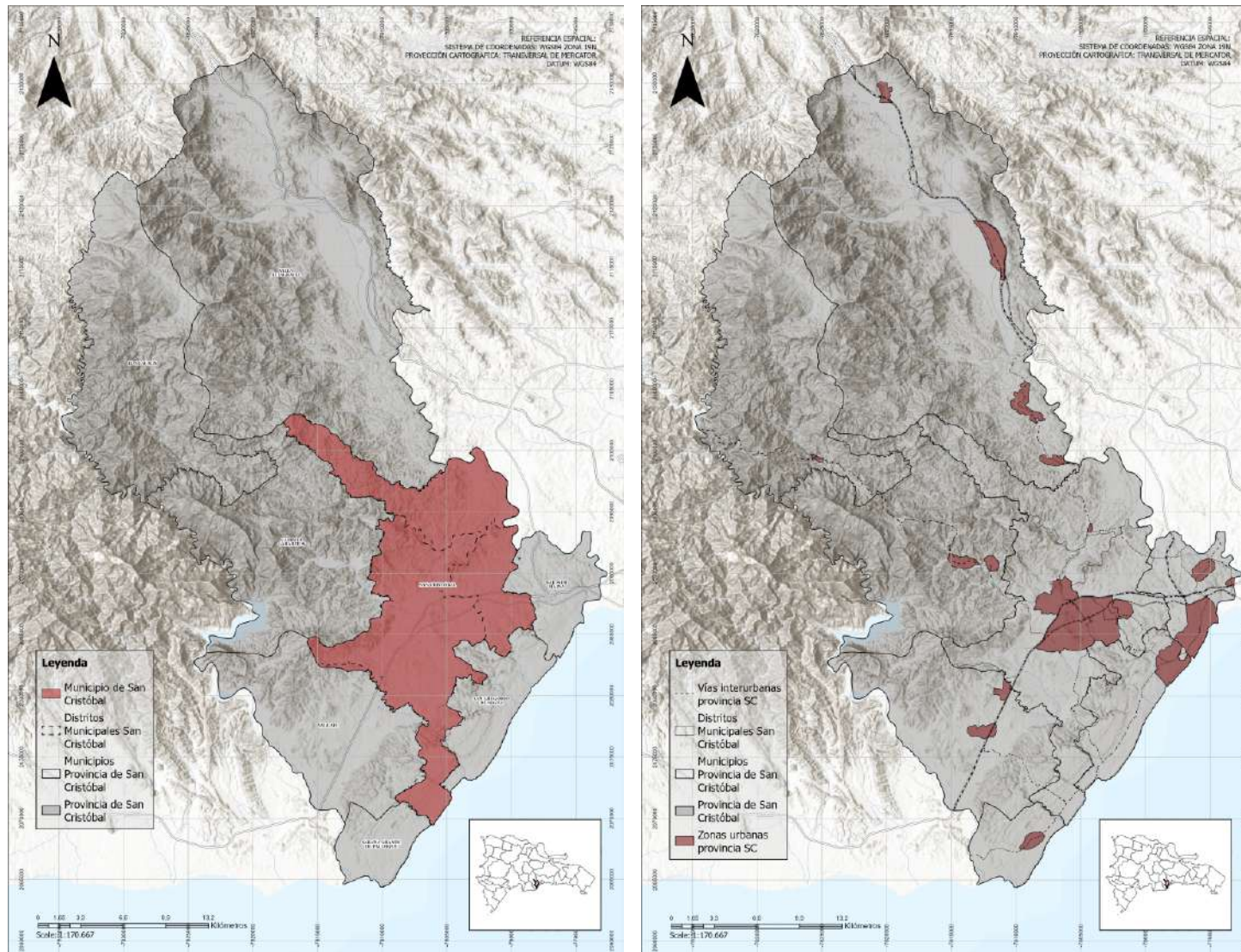
Los asentamientos humanos se encuentran distribuidos en los territorios urbano y rural de la Provincia. Las cabeceras municipales constituyen un sistema urbano incipiente conectado principalmente por la Autopista 6 de

Noviembre y otras vías intermunicipales. San Cristóbal ejerce la primacía del sistema por congregarse gran parte de las actividades institucionales, financieras, comerciales y de servicios de la Provincia, seguida de Bajos de Haina, San Gregorio de Nigua y Villa Altagracia; esta última, con mejor conexión terrestre por la Autopista Duarte que ingresa a la Provincia por la parte nororiental a través de los municipios vecinos de Pedro Brand y los Alcarrizos. La zona centro occidental, que ocupa una extensión importante del territorio de la Provincia, especialmente de los municipios de Los Cacaos y Villa Altagracia, presenta un relieve más ondulado con alturas de 1.516 mts, con presencia importante de recursos naturales y asentamientos humanos dispersos dedicados a actividades productivas agropecuarias.

La Provincia es rica en recursos naturales, tanto terrestres como marinos costeros. Se encuentra atravesada por los ríos Haina, que constituye el límite oriental, Nizao que forma el límite con la provincia Peravia, Nigua, Mana, Yubazo (o Blanco), Isa y La Toma, y los arroyos Itabo, Sainaguá y Najayo.



pinimg.com

Ilustración 8 Localización del Municipio en la Provincia y Sistema urbano de la Provincia.

Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

5.6. Escala Municipal – análisis interno

Según el MEPyD (2023) “se refiere al ámbito propio del territorio, lo que ocurre dentro del territorio. Durante el análisis interno se estudian las relaciones que establecen entre sí el medio social con el medio natural y el medio construido”. En la primera parte de este análisis se definen los límites territoriales y se establecen las características clave del ámbito de estudio, resaltando las capacidades económicas, sociales y ambientales del municipio. En la segunda parte, se desarrolla el diagnóstico integral por cada uno de los sistemas territoriales: biofísico, que incluye las dimensiones ambiental y de riesgo; sociocultural; funcional o construido; económico o productivo; y el institucional.

5.6.1. Delimitación del ámbito de estudio

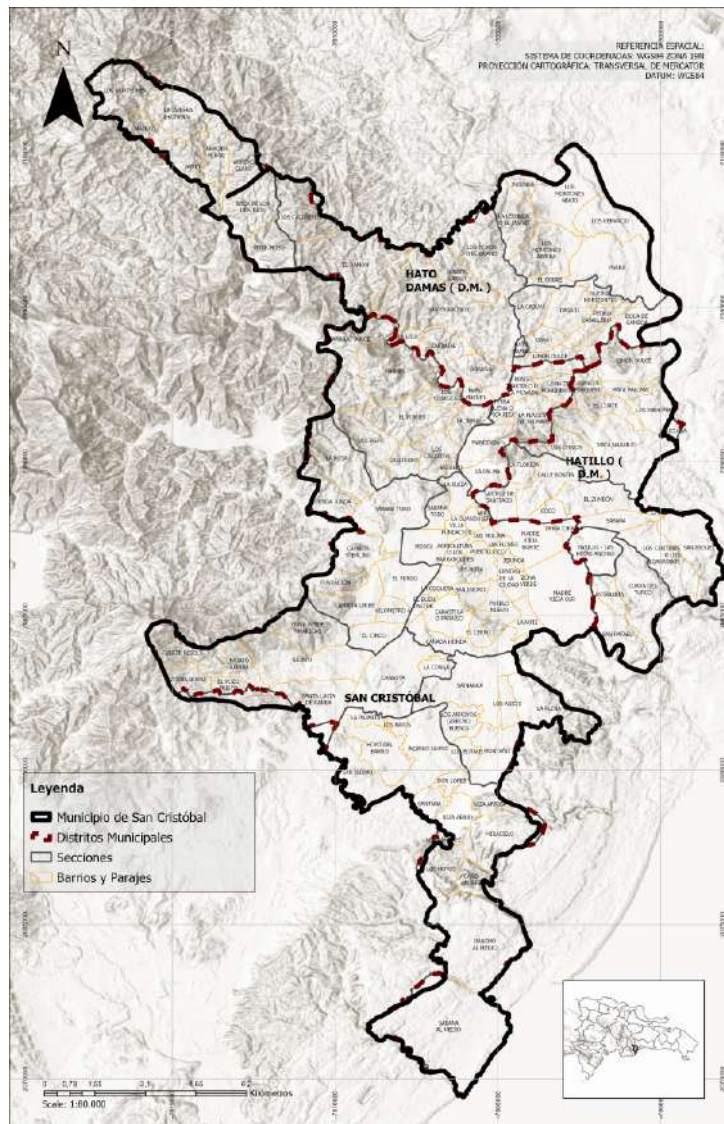
Para la delimitación del ámbito de estudio se utilizaron las divisiones político-administrativas y definiciones establecidas en la Constitución Política de la República Dominicana, la Ley del Distrito Nacional y los Municipios, y la ONE con fines censales y estadísticos. A continuación, se presentan las divisiones que aplican a la escala municipal y sus definiciones:

Tabla 3 Divisiones político-administrativas y territoriales de los municipios.

División	Definición
Municipio	Espacio territorial político, en los que está dividida una provincia. Pueden estar formados por sí mismo o por uno o más distritos municipales, que a su vez están compuestos por secciones.
Distrito municipal	Espacio territorial dentro de un municipio, en donde existe una zona urbana. Está subdividido en secciones.
Sección	Área territorial político-administrativa, donde se encuentran divididos los municipios y/o distritos municipales.
Paraje	Unidad espacial más pequeña de la división político-administrativa. Forma la unidad territorial llamada sección.
Barrio	Unidad territorial en que se dividen las zonas urbanas de los municipios o la zona metropolitana en las ciudades. Se encuentra delimitado por avenidas, calles, cañadas, arroyos, ríos o límites imaginarios.
Villa	Cabecera de municipio o de distrito municipal que no haya alcanzado la categoría de ciudad; cualquier otra población que tenga mil habitantes o más, pero menos de diez mil.

Fuente: ONE, 2020.

Ilustración 9 División político-administrativa del Municipio de San Cristóbal.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

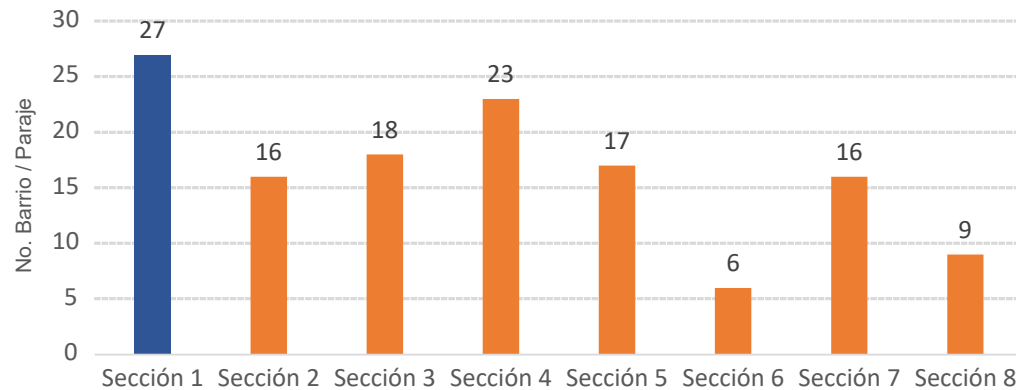
5.6.2. División político-administrativa: municipio, distritos municipales y secciones

San Cristóbal es el municipio cabecero de la Provincia de San Cristóbal. Tiene una extensión territorial de 212 Km² (17%) de los 1,240.6 Km² que comprende la Provincia. Limita al norte con los municipios de Villa Altagracia, Pedro Brand y Los Alcarrizos (los dos últimos de la Provincia de Santo Domingo); al sur con el Mar Caribe y el municipio de Sabana Grande de Palenque; al este con los municipios de Bajos de Haina y San Gregorio de Nigua; y al oeste con los municipios de Yaguate y Cambita Garabitos. Los ríos Nigua y Nizao también sirven de límite natural del municipio.

En el municipio existen dos (2) distritos municipales: Hato Damas (creado en 2004 con la Ley 268-04) al norte y Hatillo (creado en 2014 con la Ley 540-14) al este, con una extensión de 60 Km² (28% del total) y 34 Km² (16% del total), respectivamente.

El uso del suelo en Hato Damas es predominantemente rural agropecuario, con algo de cobertura boscosa y un asentamiento humano concentrado que ocupa 0,174 Km² (17,4 Has) que se constituye en cabecera de distrito y se clasifica como barrio para efectos censales por la ONE. Hatillo se caracteriza por la mixtura de usos, incluidos el agropecuario, industrial y de logística, comercial y residencial, con un asentamiento humano concentrado que ocupa 1,734 Km² (173,4 Has) que se constituye en cabecera de distrito y también se clasifica como barrio para efectos censales por la ONE. El resto del territorio municipal (119 Km²) está ocupado por el área urbana principal (barrios de la cabecera municipal) y parajes rurales.

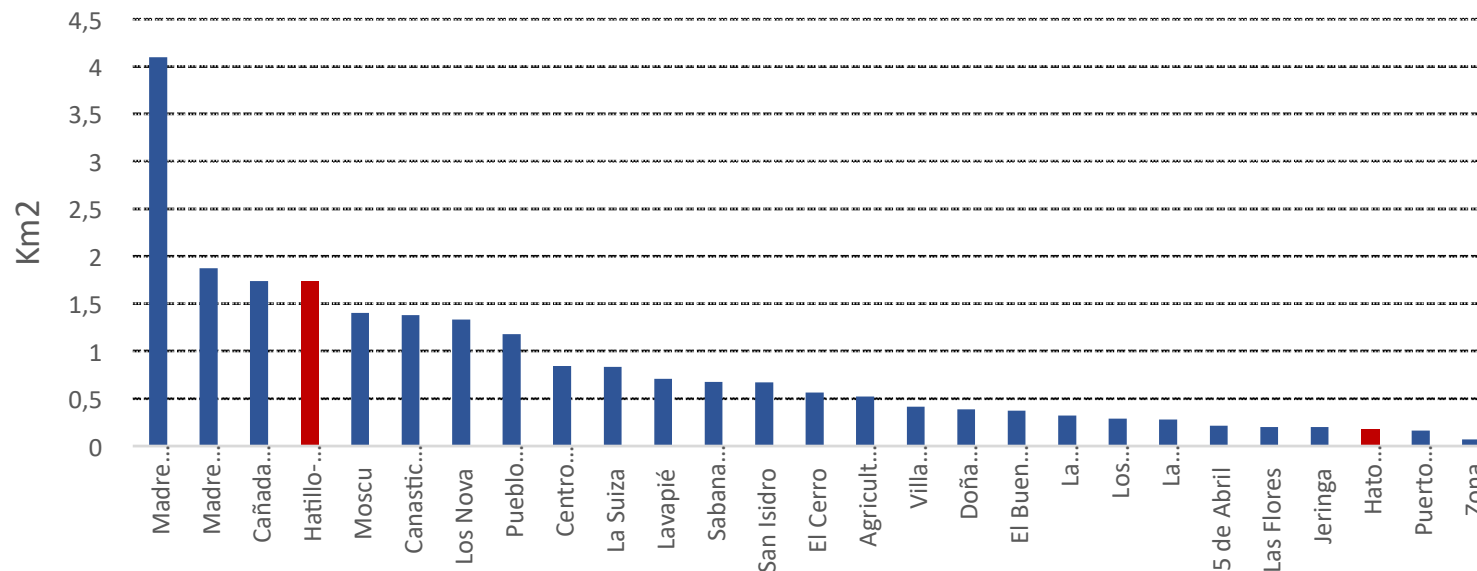
El municipio también se encuentra dividido en ocho (8) secciones las cuales cubren todo el territorio. Una de estas comprende los 25 barrios del área urbana principal (los 2 barrios faltantes se localizan en los distritos municipales) y las restantes siete (7) comprenden 105 parajes rurales. El tamaño de estas secciones es variado, desde 54,14 Km² la más grande, hasta 10,65 Km² las más pequeña.

Figura 8 Secciones en el Municipio de San Cristóbal.


Fuente: ONE, 2022. Elaboración propia.

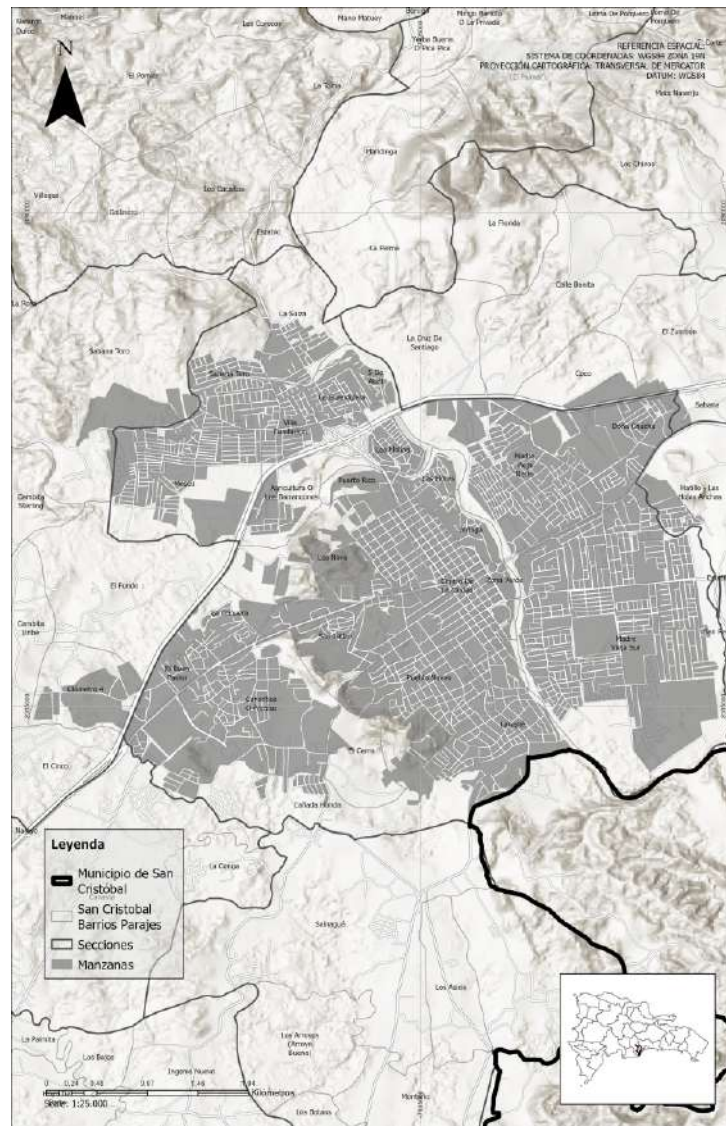
5.6.3. Unidades espaciales o territoriales: parajes y barrios

Según información de la ONE, en el municipio de San Cristóbal se encuentran delimitados 105 parajes que abarcan todo el suelo rural del Municipio, 68 de estos (64,8%) tienen menos de 2 Km² (200 Has) y los 37 restantes (35,2%) entre 2 Km² y 8 Km² (800 Has). También, se encuentran delimitados 27 barrios, de los cuales 25 se encuentran localizados dentro del área urbana principal y 2 constituyen las áreas urbanas de los Distritos Municipales de Hato Damas y Hatillo. El tamaño de los barrios también es variado, el más grande, Madre Vieja Sur, con un área de 4,09 Km² (409,8 Has) y el más pequeño, Zona Verde, con 0,06 Km² (6,7 Has). No obstante, la mayoría de los barrios tiene un área menor de 1,8 Km² (180 Has).

Figura 9 Barrios en el Municipio de San Cristóbal.


Fuente: ONE, 2022. Elaboración propia.

Ilustración 10 Barrios en el área urbana principal de San Cristóbal.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

5.6.4. Historia y evolución del territorio de San Cristóbal

El municipio de San Cristóbal tiene sus orígenes en los tiempos de la colonia antes del año 1500. El territorio ha sido escenario de un proceso de ocupación continuo tanto de actividades sociales como económicas que han ido perfilando transformaciones importantes en su geomorfología y paisaje natural. Según crónicas de la historia del municipio, los primeros asentamientos se dieron a manera de una comunidad rural con grandes haciendas que combinaban funciones productivas y de habitación, y un pequeño casco fundacional de retícula ortogonal donde prevalecían la iglesia y la plaza de armas – **primera etapa**.

Con el paso del tiempo el casco fundacional fue creciendo, manteniendo su forma reticular con manzanas cuadradas y calles ordenadas en sentido norte-sur y oriente-occidente – **segunda etapa**. El crecimiento de la trama urbana original estuvo condicionado por el Río Yubazo como borde de contención norte y oeste, y por los cerros como borde de contención sur y oeste. El análisis de la trama urbana también permite identificar una **tercera etapa** en el crecimiento de la ciudad en la cual se superan estos bordes naturales y se da paso a una expansión sobre la base de lotificaciones o parcelaciones formales o informales, donde las manzanas pasan a ser rectangulares en las zonas planas y de forma orgánica o irregular en las zonas de pendiente.

El mismo análisis permite identificar una **cuarta etapa** de crecimiento de la mancha urbana caracterizada por el desarrollo de grandes lotes con proyectos de vivienda en residencial y también, con la ocupación de asentamientos precarios o informales localizados principalmente en las franjas de retiro o protección ambiental de los ríos Nigua y Yubazo. En ambos casos, el concepto de manzana y de trama urbana ordenada desaparece; la ciudad asume la condición de territorio fragmentado, no obstante, con relativa consolidación y compacidad.

Por último, y como parte de la cuarta etapa o en una posible transición a una **quinta etapa**, la mancha urbana se expande de forma tentacular sobre la red vial

intra e intermunicipal, configurándose vacíos o áreas sin urbanizar, tanto en lo que se puede considerar como suelo urbano o como suelo no urbanizable. Esta última tendencia de crecimiento genera presión e impactos negativos sobre los recursos naturales y áreas con aptitud agrícola, como también, sobre las infraestructuras de comunicación.

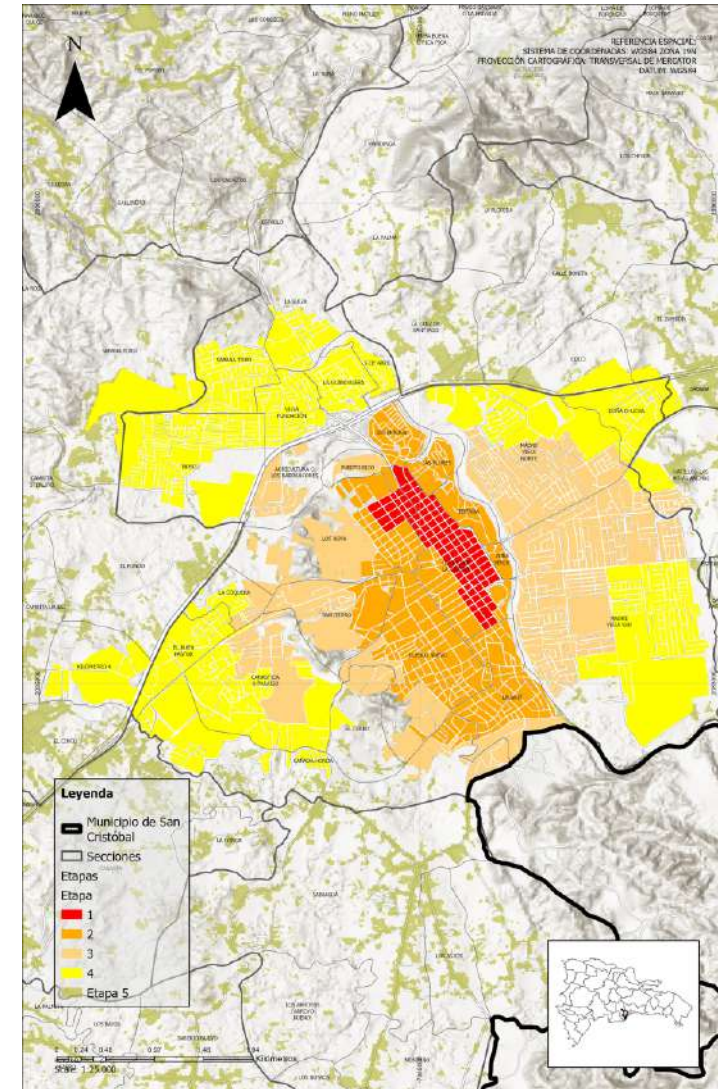
En medio de este proceso de evolución el territorio rural mantuvo sus características originales de uso y ocupación relacionadas con la producción agrícola, acompañadas con el tiempo de acciones de conservación de suelos de importancia ambiental para el municipio y la nación. Sin embargo, es notoria su transformación en los últimos 20 años a partir de procesos de suburbanización que lo están ocupando y fraccionando aceleradamente y sin planificación, con uso residencial tipo villa o vivienda campestre, nucleada o dispersa, especialmente hacia el sur de la ciudad, con uso industrial principalmente en el Distrito de Hatillo y, con uso minero hacia el norte en dirección al Distrito de Hato Damas.

La expansión urbana y suburbana de San Cristóbal ha generado el desplazamiento de la frontera agrícola hacia la periferia del municipio, como también, la presión y ocupación de áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP en la parte norte del municipio donde se encuentra la Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o del Pomier, y relictos de bosques en la parte sur.



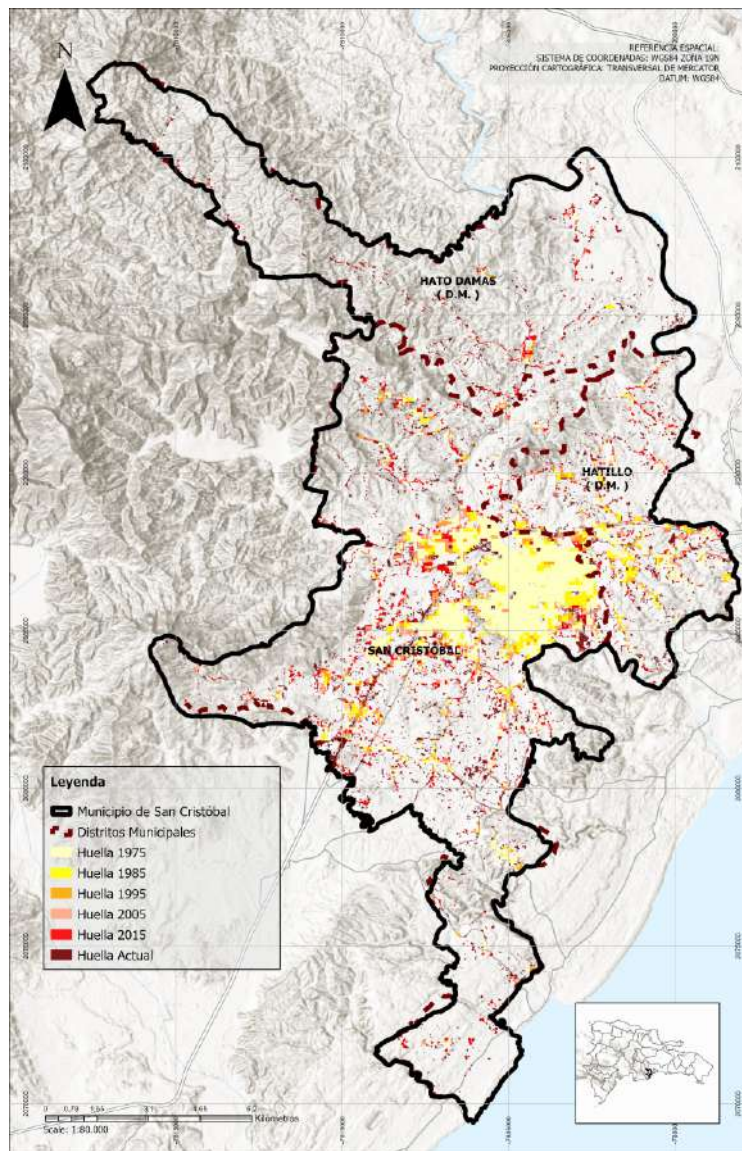
tripadvisor.com

Ilustración 11 Etapas de crecimiento del suelo urbano del Municipio de San Cristóbal.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

Ilustración 12 Multitemporal 1975 - 2023 de huella urbana



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

5.6.5. Análisis de huella construida (1975 - 2023)

El análisis multitemporal tiene como propósito detectar cambios en la distribución de la cobertura de construcciones y su agrupación en el municipio de San Cristóbal. Para ello, se utilizaron los resultados de la interpretación del crecimiento urbano entregados por el Viceministerio de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Regional (VIOTDR) para los años 1975, 1985, 1995, 2005 y 2015.

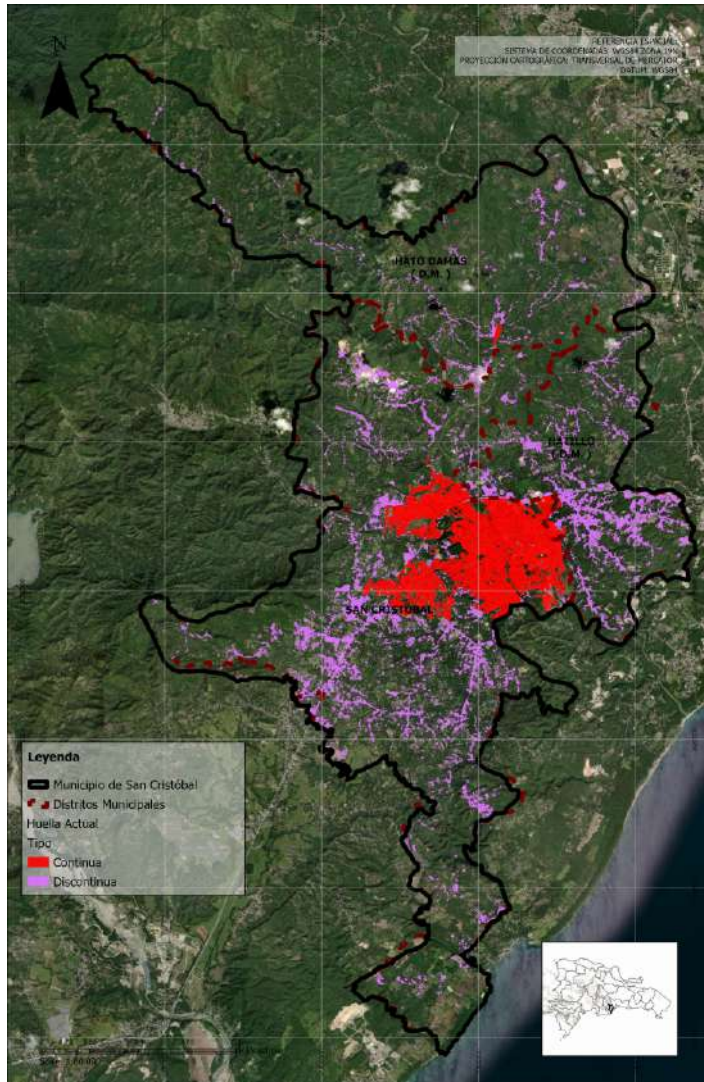
A partir de la información entregada se identificó la intensidad de la construcción en cada sector del municipio para clasificar la información según corresponde a un tejido urbano continuo o discontinuo con los siguientes criterios:

- Tejido urbano continuo: ocupación de más del 40% del área del píxel con construcciones y vías.
- Tejido urbano discontinuo: ocupación de menos del 40% del área del píxel con construcciones y vías.

Para el año 2023 se realizó la interpretación del ortofoto mosaico entregado por VIOTDR, a partir de una clasificación supervisada en la que se identificaron los píxeles que corresponden a construcciones, cubiertas, zonas endurecidas y vías.

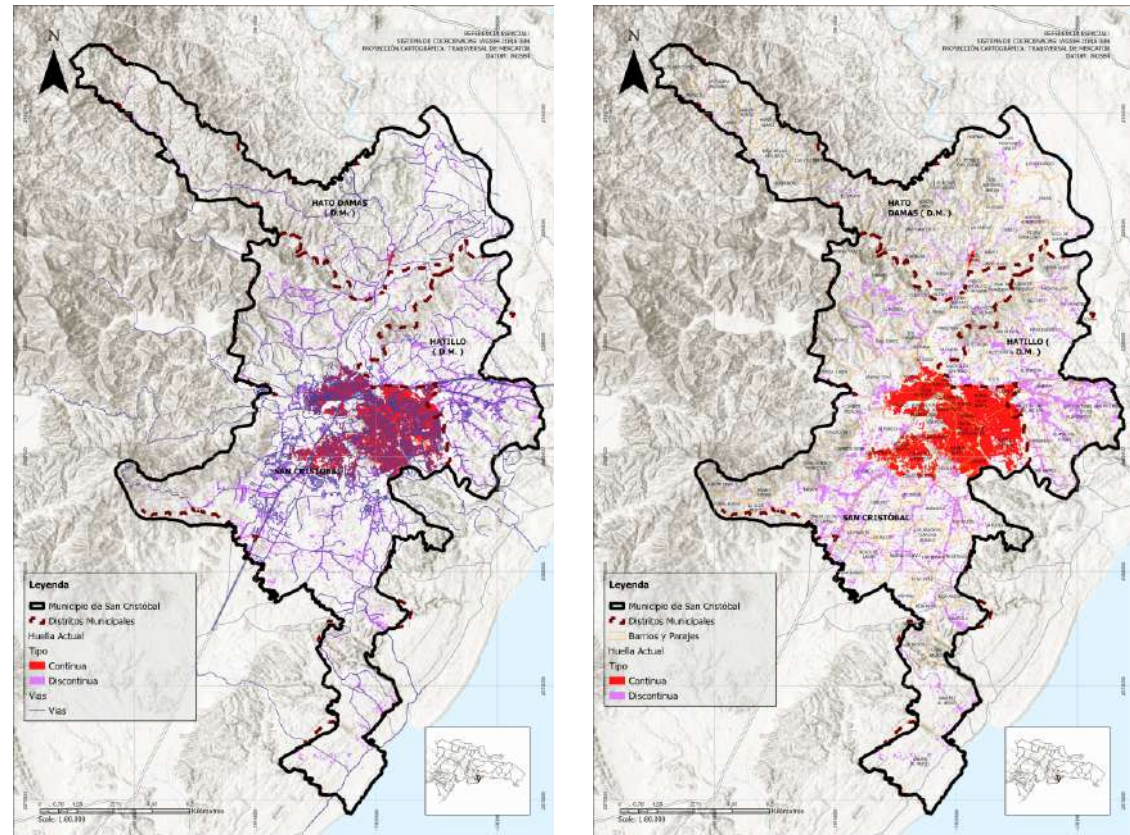
Para este año, se clasificó igualmente el tejido en continuo o discontinuo según la aglomeración de los píxeles en áreas de 100 por 100 metros y la relación con la malla vial y la subdivisión de barrios y parajes.

Ilustración 13 Huella Urbana Actual del Municipio de San Cristóbal.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

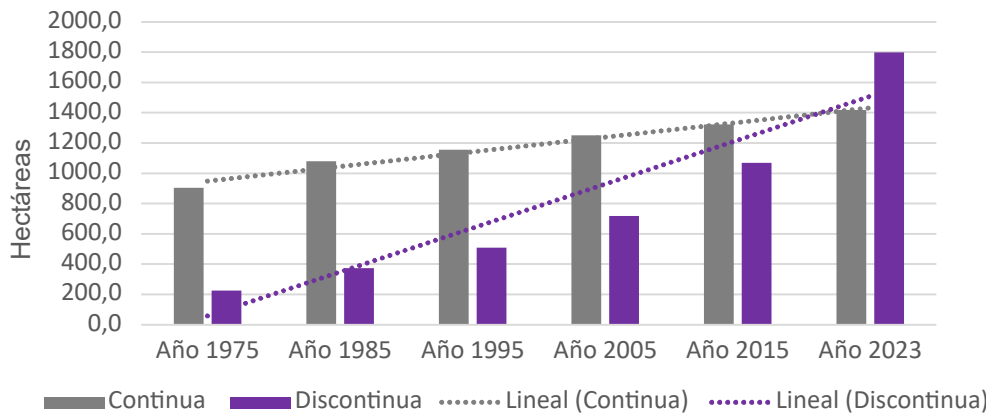
Ilustración 14 Huella Urbana Actual con vías y barrios



Fuente: MEPyD – VIOTDR, 2025. Elaboración propia.

Se obtiene como resultado que el crecimiento de la huella urbana en San Cristóbal ha mostrado una evolución significativa en las últimas décadas, caracterizada por la expansión de un tejido continuo y otro discontinuo. Este fenómeno refleja un patrón de urbanización que combina consolidación de áreas ya urbanizadas con la proliferación de desarrollos periféricos.

Figura 10 Crecimiento Huella Urbana Continua y Discontinua 1975-2023.



Fuente: MEPyD – VIOTDR, 2025. Elaboración propia.

La expansión continua muestra un crecimiento progresivo de la ciudad en su núcleo central y áreas adyacentes. Desde 1975, la extensión de la huella urbana continua ha aumentado de aproximadamente 850 hectáreas a cerca de 1.500 hectáreas en 2023. Por otro lado, la expansión discontinua ha tenido un crecimiento aún más acelerado, pasando de menos de 200 hectáreas en 1975 a 1.800 hectáreas en 2023. Esto indica un fenómeno de suburbanización y desarrollo de nuevos sectores en la periferia asociados a los ejes viales.

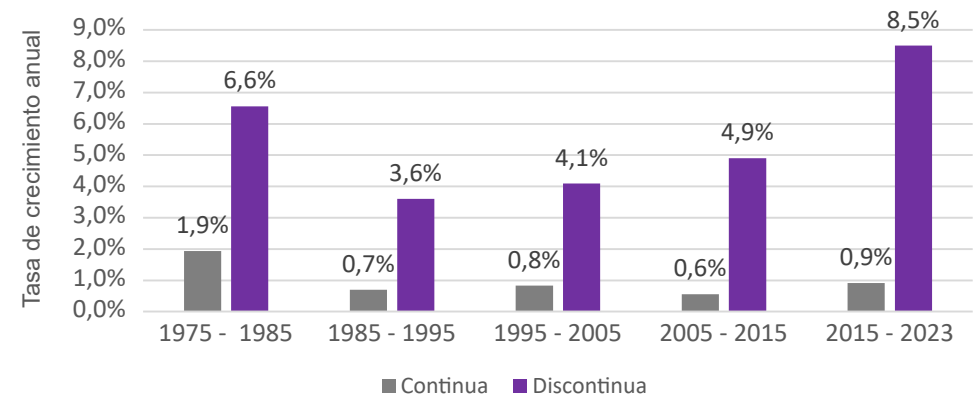
La expansión continua ha seguido un ritmo moderado y estable, con una tendencia de consolidación en el centro urbano. La expansión discontinua ha crecido a un ritmo acelerado, superando incluso la expansión continua en las últimas décadas y por primera vez, la expansión discontinua supera en extensión a la continua, consolidándose como la forma predominante de crecimiento

urbano. Este patrón refleja un proceso de fragmentación urbana, donde nuevas urbanizaciones y asentamientos se han desarrollado sin necesariamente estar conectados de manera eficiente con el centro de la ciudad.

La tasa de crecimiento de la huella urbana continua ha disminuido de manera progresiva desde un 1.9% en 1975-1985 hasta valores inferiores al 1% en los últimos periodos. Lo anterior indica una ralentización en la densificación de la ciudad central, lo que sugiere que la urbanización en las áreas ya establecidas ha sido más limitada en comparación con el crecimiento de la periferia.

Por el contrario, la huella no continua ha mantenido una tasa de crecimiento significativamente más alta, con picos notables en 1975-1985 (6.6%), 2005-2015 (4.9%) y un crecimiento explosivo en 2015-2023 (8.5%). El crecimiento discontinuo se ha acelerado drásticamente, reflejando un proceso de expansión urbana descontrolada, con un ritmo que casi multiplica por nueve el crecimiento de la huella urbana consolidada (0.9%). Esto reafirma que la expansión discontinua se ha convertido en el modelo predominante, acelerándose hasta alcanzar su tasa más alta en los últimos años (8.5%).

Figura 11 Tasa de Crecimiento Huella Urbana Continua y Discontinua 1975-2023.



Fuente: MEPyD – VIOTDR, 2025. Elaboración propia.

Durante el período 1975-1985, el crecimiento estuvo marcado por una fuerte consolidación de los barrios tradicionales. Barrios como Hatillo - Las Hojas Anchas, Canastica o Paraíso y Cañada Honda fueron los principales protagonistas de la expansión urbana, con aumentos de más de 10 hectáreas en cada caso. En ese momento, el crecimiento discontinuo en los parajes apenas comenzaba a manifestarse con cierto dinamismo en lugares como Curva del Turco y San Miguel, que también empezaban a expandirse, aunque a un ritmo todavía inferior al de los barrios establecidos.

En la siguiente década 1985-1995, el crecimiento urbano empezó a desacelerarse en los barrios consolidados, aunque aún hubo incrementos significativos en sectores como Hatillo - Las Hojas Anchas y Madre Vieja Norte, donde la expansión superó las 9 hectáreas en cada caso. Sin embargo, la expansión discontinua comenzó a ganar protagonismo, con parajes como Najayo e Ingenio Nuevo, que empezaron a crecer a tasas más altas que varios barrios tradicionales, marcando el inicio de un patrón de dispersión que se haría más evidente en los años posteriores.

Entre 1995 y 2005, el crecimiento urbano continuo empezó a mostrar signos de saturación en los barrios más tradicionales. Solo algunos sectores, como Moscú, lograron mantener un ritmo de expansión significativo, con un incremento de más de 18 hectáreas en este período. Por otro lado, la urbanización discontinua comenzó a acelerarse en parajes como El Fundo, San Isidro y San Francisco, donde la expansión fue mayor que en la década anterior.

El verdadero cambio en la estructura del crecimiento urbano ocurrió en el periodo 2005-2015, cuando la expansión discontinua empezó a superar claramente a la expansión continua. Mientras que en los barrios tradicionales la tasa de crecimiento se reducía de manera constante, parajes como San Isidro, El Pomier y Sabana al Medio mostraron incrementos significativos en su superficie urbanizada, alcanzando valores que duplicaban o triplicaban el crecimiento de algunos barrios establecidos. En este período, el modelo de

urbanización fragmentada comenzó a consolidarse, señalando la tendencia hacia un desarrollo más disperso y menos compacto.

El período más reciente 2015-2023, confirma de manera definitiva la supremacía del crecimiento discontinuo en San Cristóbal. La expansión en los barrios ha sido mínima en comparación con las décadas anteriores, mientras que parajes como San Isidro, El Fundo y San Francisco han registrado un crecimiento sin precedentes, con aumentos superiores a las 15 hectáreas en cada caso. Este cambio en la estructura de la expansión urbana sugiere que el crecimiento de San Cristóbal ya no está impulsado por la consolidación de su tejido urbano tradicional, sino por la ocupación de nuevas áreas periféricas en un patrón de urbanización dispersa.

Este crecimiento discontinuo plantea importantes desafíos para la planificación urbana y la gestión del territorio. La expansión fragmentada de la ciudad genera costos elevados en la provisión de infraestructura y servicios públicos, incrementa la dependencia del transporte privado y ejerce una presión significativa sobre los suelos rurales y las áreas ecológicas. Si bien la expansión de los barrios permitió consolidar una estructura urbana más compacta en décadas anteriores, la actual dispersión del crecimiento requiere de estrategias que permitan integrar estos nuevos desarrollos con la ciudad consolidada, evitando una urbanización desordenada que dificulte el acceso equitativo a los servicios y aumente las desigualdades espaciales.

El crecimiento urbano de San Cristóbal ha evolucionado hacia un modelo de expansión predominantemente discontinua, lo que representa retos importantes en términos de movilidad, infraestructura, sostenibilidad y equidad territorial. Para garantizar un desarrollo más eficiente y sostenible, es fundamental adoptar estrategias de densificación urbana, regulación de la expansión, inversión en infraestructura, protección del medio ambiente y planificación basada en datos. Un enfoque integral y participativo permitirá que la ciudad crezca de manera ordenada, equitativa y resiliente ante los desafíos urbanos del futuro.

Se resalta que, si esta tendencia se mantiene sin una planificación adecuada, el municipio enfrentará altos costos económicos y sociales debido a la fragmentación urbana y la expansión descontrolada de su huella. Es imprescindible adoptar medidas para equilibrar el crecimiento y garantizar un desarrollo urbano sostenible.

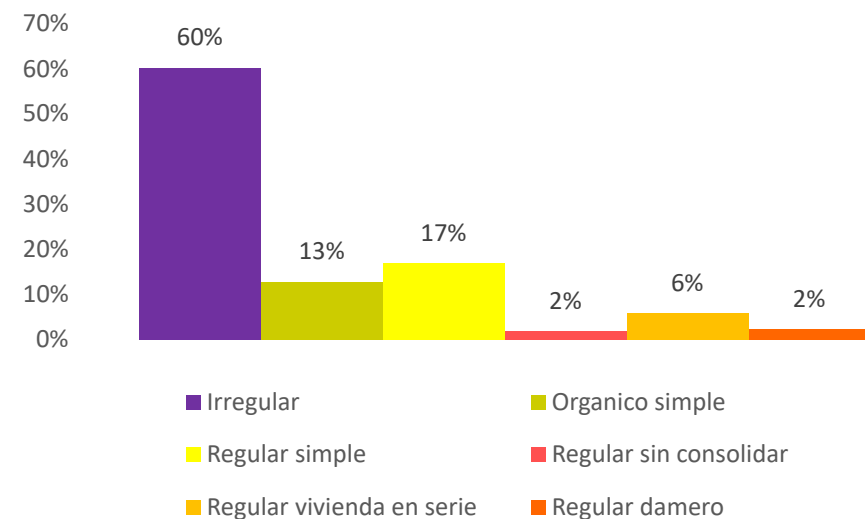
La huella urbana continúa consolidada se puede clasificar según los siguientes tipos de tejido:

- Tejido urbano regular en damero: correspondiente a las manzanas del centro histórico del municipio, identificadas como parte del primer periodo de crecimiento del municipio.
- Tejido urbano regular simple: conformado por retículas en sectores de origen formal. Se concentra principalmente en las zonas aledañas al centro histórico como producto de su proceso de expansión y en los sectores al margen derecho del río Nigua que se han desarrollado de manera formal en las zonas planas.
- Tejido orgánico: se evidencia un tejido urbano adaptado a pendientes y los cursos de las vertientes de los principales cuerpos de agua del municipio. Se ubica principalmente al sur del centro histórico y algunos sectores al margen derecho del río Nigua.
- Tejido urbano regular vivienda en serie: conformado por retículas en sectores de origen formal para proyectos de vivienda en serie. Se concentra al margen derecho del río Nigua que se han desarrollado de manera formal en las zonas planas.
- Tejido urbano regular sin consolidar: conformado por retículas en sectores de origen formal para futuros proyectos de vivienda en serie. Se concentra al margen derecho del río Nigua que se han desarrollado de manera formal en las zonas planas.

Tejido urbano irregular: corresponde a sectores con un trazado urbano conformado por retículas irregulares en sectores de origen informal no

planificado, en los que no se evidencia continuidad en el sistema vial. Corresponde a grandes agrupaciones de vivienda que se ubican de manera discontinua en porciones de terreno que no configuran una forma urbana legible. Principalmente se ubican sobre la margen del río y en los sectores periféricos de la ciudad.

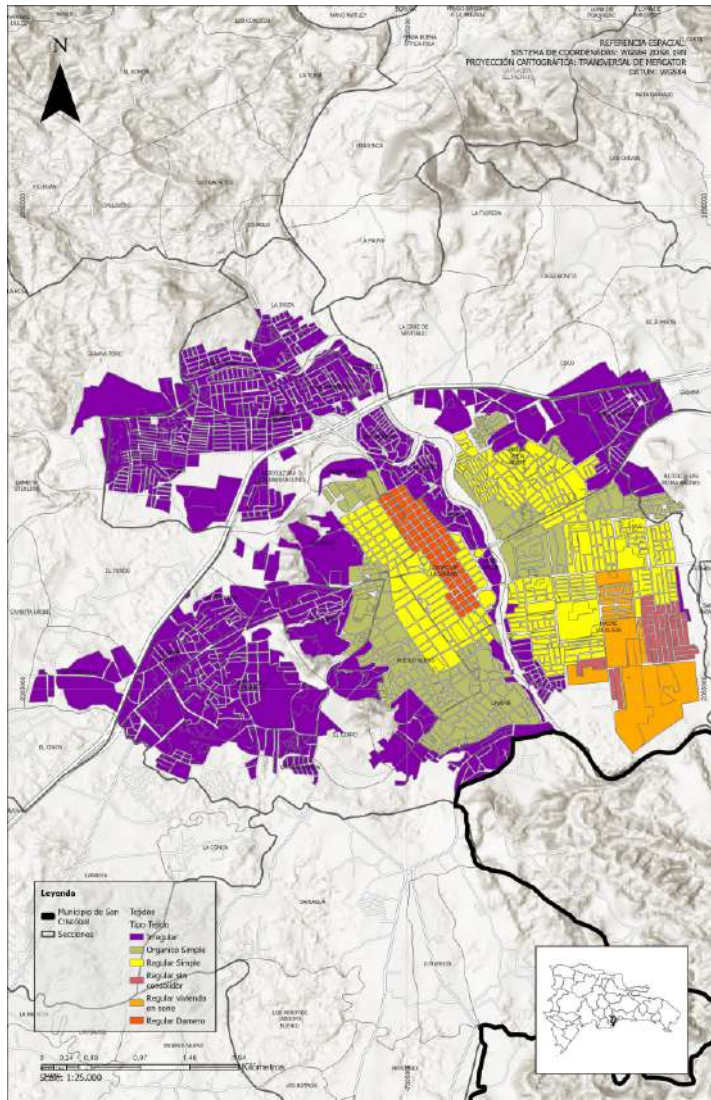
Figura 12 Porcentaje de área según tipo de tejido



Fuente: Elaboración propia, 2025

Como se puede observar en la gráfica e ilustración, el 60% del área urbana de San Cristóbal tiene un patrón de crecimiento en tejido irregular, seguido en un 17% de un tejido regular simple y un 13% orgánico simple. El 8% se ha desarrollado como un tejido regular para vivienda en serie, del cual el 2% está sin consolidar. EL 2% restante del territorio urbano corresponde a la traza regular en damero.

Ilustración 15 Tipos de tejido en la huella urbana consolidada del Municipio de San Cristóbal.



Fuente: IGN, elaboración propia, 2025.

5.6.6. Vínculos urbano-rural

El municipio de San Cristóbal es un espacio clave para comprender la interdependencia entre lo urbano y lo rural, ya que su ubicación periurbana lo posiciona como un nodo esencial que conecta la metrópoli de Santo Domingo con las áreas rurales de su entorno. Este carácter dual le otorga un papel estratégico en el flujo de bienes, servicios y personas, lo que se refleja en múltiples dimensiones socioeconómicas y ambientales.

Interacción productiva: flujo de bienes y servicios

La ciudad de San Cristóbal mantiene una relación directa con las áreas rurales circundantes a través de su producción agrícola, ganadera y de bienes de consumo básico, lo que satisface tanto las necesidades locales como las de mercados urbanos más amplios.

- **Abastecimiento agrícola:** Las comunidades rurales de San Cristóbal producen una variedad de cultivos, como plátano, café, aguacate, yuca y cacao, que no solo abastecen los mercados locales, sino que también se distribuyen hacia Santo Domingo y otras ciudades del país. Según datos del Ministerio de Agricultura (2022), el municipio contribuye significativamente al suministro de alimentos frescos a la región metropolitana, reduciendo los costos de transporte y fomentando economías locales sostenibles.
- **Papel logístico:** El municipio actúa como un punto intermedio en la cadena de suministro de bienes rurales hacia mercados urbanos. Su conectividad vial facilita el transporte rápido de productos agrícolas, mientras que los mercados locales, como el Mercado Modelo de San Cristóbal, funcionan como centros de distribución regional.

Articulación urbana-rural en políticas públicas

Las relaciones urbano-rural de San Cristóbal han sido reconocidas en los planes de desarrollo territorial y regional, que buscan fortalecer esta integración como un mecanismo para reducir desigualdades y fomentar un desarrollo equilibrado.

- **Iniciativas de integración territorial:** Programas como el Plan Nacional de Ordenamiento Territorial - PNOT y el Plan Estratégico de la Provincia de San Cristóbal promueven políticas

que articulen las dinámicas urbanas y rurales, enfocándose en el fortalecimiento de la agricultura, la mejora de infraestructura vial y el acceso equitativo a servicios básicos.

- **Inversiones en infraestructura:** La ampliación de la autopista 6 de Noviembre y la construcción de carreteras secundarias han facilitado una mejor conectividad entre las zonas rurales y el casco urbano, reduciendo los tiempos de traslado y mejorando las oportunidades económicas para las comunidades rurales.

En la escala urbano-rural, San Cristóbal se posiciona como un municipio clave que equilibra dinámicas urbanas y rurales, actuando como un puente entre la producción agrícola y la demanda urbana, así como un espacio de integración funcional en términos de movilidad, servicios e infraestructura. Sin embargo, el crecimiento desordenado y la presión sobre los recursos rurales representan desafíos que requieren una planificación territorial sostenible, orientada a garantizar el bienestar de su población y la conservación de su riqueza natural.

Urbanización y presión sobre el territorio rural

La expansión urbana de San Cristóbal, impulsada por su crecimiento poblacional y su proximidad a Santo Domingo, está generando transformaciones significativas en el uso del suelo rural, lo que plantea desafíos para la sostenibilidad territorial.

- **Fragmentación del suelo agrícola:** la urbanización descontrolada ha llevado a la conversión de tierras rurales en áreas residenciales y comerciales, lo que amenaza la capacidad productiva del municipio. Según el Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de San Cristóbal (2020-2030), más del 20% de las tierras agrícolas del municipio han sido urbanizadas en las últimas dos décadas.

- **Aumento de asentamientos informales:** la llegada de población migrante, principalmente desde zonas rurales más alejadas, ha generado un incremento en los asentamientos informales en los márgenes del casco urbano, lo que agrava problemas de acceso a servicios básicos y sostenibilidad ambiental.

Vínculos ambientales y sostenibilidad

La interrelación entre lo urbano y lo rural también se manifiesta en la gestión de recursos naturales y la preservación ambiental, donde San Cristóbal juega un rol importante al ser una zona de amortiguamiento entre áreas naturales y urbanas.

- **Provisión de recursos hídricos:** Las zonas rurales del municipio contienen importantes fuentes de agua, como los ríos Nigua y Haina, que abastecen tanto a la población local como a la de Santo Domingo. La presión urbana y la contaminación representan retos críticos para su gestión sostenible.
- **Preservación de áreas protegidas:** San Cristóbal incluye en su territorio áreas naturales como el Parque Nacional Cuevas del Pomier, que sirve como un corredor ecológico esencial entre zonas rurales y urbanas, además de ser un atractivo turístico y cultural. La conservación de estos espacios es fundamental para el equilibrio ambiental y la sostenibilidad territorial. actividad humana frente al cuidado y preservación de su estructura ecológica principal y sus bienes y servicios ambientales desde el punto de vista local y regional.



CAPITULO 3

ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES

PARTE 1: Sistema Biofísico (ambiente y riesgos)

6. ANÁLISIS POR SISTEMAS TERRITORIALES

6.1. Sistema Biofísico (ambiente y riesgos)

El componente asociado al entorno natural del municipio de San Cristóbal presenta diferentes variables de análisis previo al diseño e implementación de política pública para la administración del territorio, en aras de enfrentar los desafíos futuros de la entidad en materia de la armonización de la actividad humana frente al cuidado y preservación de su estructura ecológica principal y sus bienes y servicios ambientales desde el punto de vista local y regional.

En razón a lo anterior el presente documento ilustrará sobre las condiciones intrínsecas del territorio del municipio en el momento actual de acuerdo con variables bióticas y abióticas que permitan entender de manera precisa las condiciones en las cuales se desarrollará la formulación del instrumento de planificación para la entidad.

6.1.1. Relieve

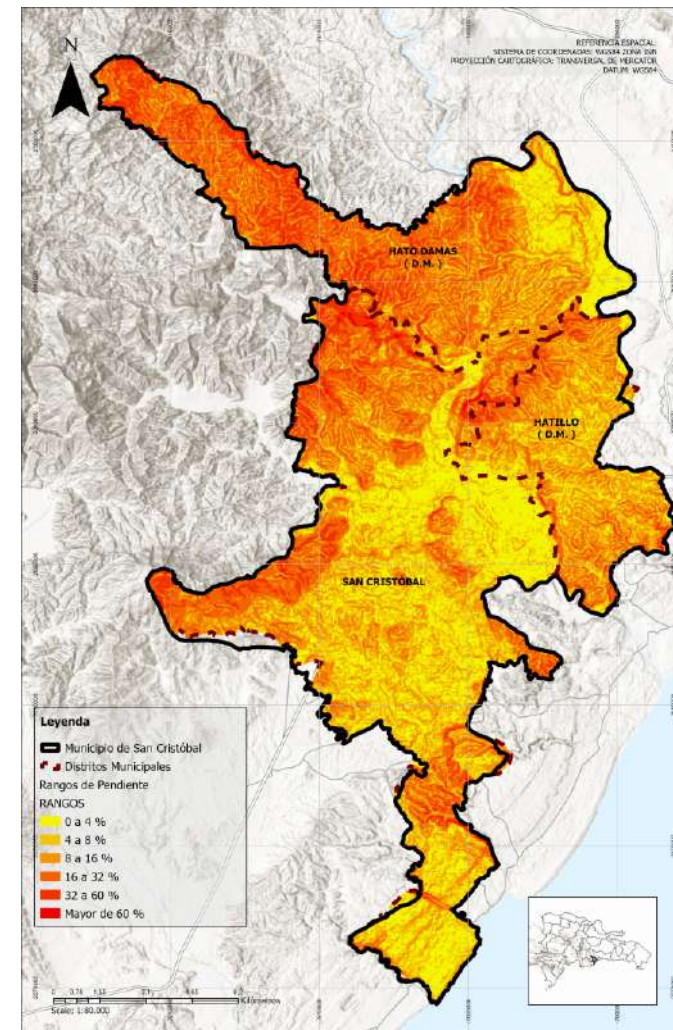
El relieve hace referencia a las formas y variaciones de la superficie terrestre. Estas incluyen montañas, valles, llanuras, mesetas, colinas, entre otros. El relieve es moldeado por procesos naturales como la erosión, el vulcanismo, los terremotos y la acción del agua, además de influir en aspectos como el clima, la vegetación y las actividades humanas.

6.1.1.1. Pendientes

La pendiente corresponde a la inclinación o el grado de inclinación de una superficie. Se expresa comúnmente en términos de grados o porcentaje. La pendiente juega un papel determinante en variables como la topografía, geomorfología y el uso del suelo, ya que influye en aspectos como la erosión, el drenaje y la estabilidad del terreno, entre otros.

El municipio de San Cristóbal presenta pendientes en los siguientes rangos, las cuales pueden observarse en la siguiente ilustración:

Ilustración 16 Pendientes Municipio de San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia, 2025

En la siguiente Tabla es posible observar la distribución en el territorio municipal de los rangos de pendientes establecidos en mapa:

Tabla 4 Pendientes por rangos y áreas

Rango de Pendientes	Área (Has)	%
0 a 4 %	3973,62273	18,72
4 a 8 %	4710,62325	22.19
8 a 16 %	5456,7616	25.71
16 a 32 %	5288,84809	24.91
32 a 60 %	1745,46564	8.22
Mayor de 60 %	52,9852514	0.25

Fuente: Elaboración propia, 2025

- Pendientes muy suaves (0% - 4%). Características: Son típicas de llanuras y áreas planas. Suelen ser ideales para actividades agrícolas y urbanización, con riesgos mínimos de erosión.
- Pendientes suaves (4% - 8%). Moderadamente inclinadas, adecuadas para cultivos y pastoreo, aunque el manejo del agua requiere atención para prevenir escurrimientos.
- Pendientes moderadas (8% - 16%). Presentan desafíos para la agricultura mecanizada. Pueden ser vulnerables a procesos erosivos si no se manejan adecuadamente.
- Pendientes fuertes (16% - 32%). Suelen estar asociadas con colinas o terrenos montañosos. Requieren técnicas específicas de conservación del suelo para minimizar la erosión.

- Pendientes muy fuertes (32% - 60%). Típicas de áreas montañosas escarpadas. Limitan actividades humanas y suelen estar dominadas por vegetación natural para evitar la ocurrencia de procesos erosivos.
- Pendientes extremadamente fuertes (>60%). Terrenos muy escarpados, usualmente protegidos por vegetación para prevenir deslizamientos.

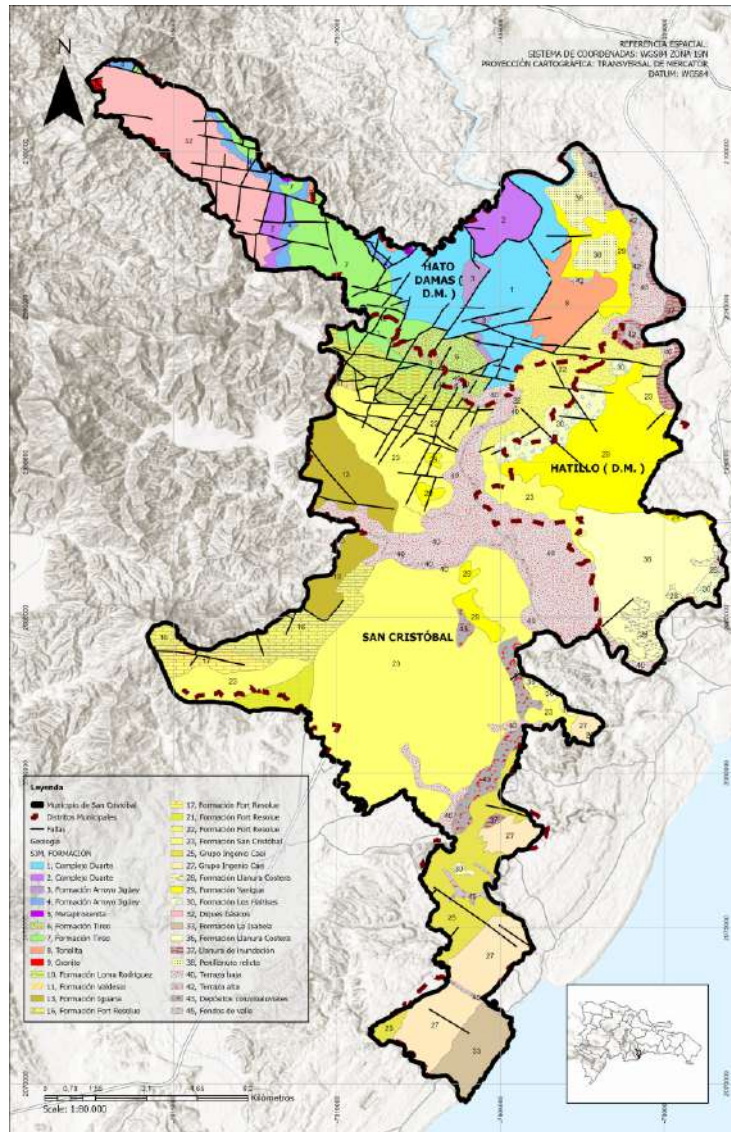
6.1.1.2. Geología

La geología de un territorio se refiere al estudio de las características físicas y químicas de la corteza terrestre en una región específica. Esto incluye el análisis de las rocas, los minerales, los suelos y los procesos geológicos que han moldeado y continúan influyendo en el paisaje de esa área. También abarca la identificación de estructuras como fallas, pliegues o volcanes, así como la historia geológica, que revela los eventos pasados, como terremotos, erosión, sedimentación y actividad volcánica, que han transformado el terreno a lo largo del tiempo.

La geología tiene un papel fundamental en el desarrollo de un municipio, ya que afecta directamente aspectos clave como la planificación territorial, la infraestructura, la economía y la gestión ambiental. Por lo tanto, la geología es una herramienta esencial para garantizar el desarrollo seguro, sostenible y resiliente de cualquier municipio.

El municipio de San Cristóbal se encuentra entre las planchas geológicas 6171-II San Cristóbal, 6170-I Nizao y 6171-I Los Alcarrizos del Servicio Geológico Nacional a escala 1:50.000, que se caracterizan por presentar principalmente unidades sedimentarias como la Formación Fort Resolue localizada en el nororiente del territorio municipal, la Formación San Cristóbal que se localiza en el área central del municipio, al igual que en la cabecera, Formación Yanigua en el la zona oriental del municipio, entre otras. En la siguiente ilustración, se presenta la distribución de cada una de las unidades geológicas en el municipio de San Cristóbal.

Ilustración 17 Unidades geológicas del municipio de San Cristóbal.



Fuente: Modificado del Servicio Geológico Nacional, 2020.

En la siguiente tabla es posible observar la distribución en área y porcentaje de cada una de las unidades Geológicas en el territorio municipal

Tabla 5 Estratigrafía

Unidad	Descripción	Área (Has)	%
Complejo Duarte	Formación Duarte - Rocas ultramáficas-máficas, dominado por ultramafitas, con metamorfismo de contacto Neocomiano.	403.051	1.90
Formación Arroyo Jigüey	Rocas volcánicas masivas de carácter intermedio-ácido, con metamorfismo de contacto).	213.037	1.00
Metapiroxenita	Anfibolitas presentan en general un aspecto más masivo y con tonos más oscuros que el de los esquistos máficos.	14.061	0.07
Formación Tiroe	(Rocas piroclásticas, básico- intermedio, con metamorfismo de contacto.	331.074	1.56
Tonalita	tonalitas foliadas se caracterizan por aflorar exclusivamente como cuerpos intercalados en la serie metamórfica del Complejo Duarte.	405.444	1.91
Granito	Granito y granodiorita.	14.350	0.07
Formación Loma Rodríguez	Caliza estratificada de color crema rosáceo presenta ciertas tonalidades amarillentas; son rocas de resistencia media, compactas, de grano fino.	408.504	1.92
Formación Valdesia	Observar capas de areniscas muy gruesas a muy finas, grises y blancas en su mayoría.	25.184	0.12
Formación Iguana	Conglomerados poligénicos de matriz margo-arenosa, a veces sin cementar y otras fuertemente cementados, con cantos de filitas, cuarcitas, calizas y areniscas.	702.700	3.31
Formación Fort Resolue	Alternancia de conglomerados y areniscas) arenisca, limo y marga calcárea).	669.797	3.16
Formación San Cristóbal	La serie de las margas arenosas es bastante uniforme hasta alcanzar la zona: El Pomier , Sabana Toro, Río Blanco, Canasta, San Isidro, Ingenio Nuevo, Doña Ana y parte del poblado de Yaguatè (Noreste).	5006.415	23.58
Grupo Ingenio Caei	(Miembro Boca de los Arroyos –conglomerados, arenas, limos y calizas y Miembro Sabana Grande – calizas, calcarenitas y arenas finas).	929.613	4.38

<i>Formación Llanura Costera</i>	Arena con estratificación deltaica.	1276.433	6.01
<i>Formación Yanigua</i>	Margas amarillentas y calizas.	111.441	0.52
<i>Formación los Haitises</i>	Calizas arrecifales y calizas.	388.026	1.83
<i>Diques básicos</i>	Básicos 4, dentro del cuerpo intrusivo de tonalitas, suelen tener potencias inferiores a un metro y muestran un alto grado de alteración superficial.	1080.191	5.09
<i>Formación La Isabela</i>	<i>(Caliza arrecifal, calciruditas y calcarenitas)</i>	338.894	1.60
<i>Llanura de inundación</i>	<i>Gravas, arenas y lutitas</i>	153.881	0.74
<i>Penillanura relictas</i>	Sobre el Macizo tonalítico, y rocas volcánicas ultramáficas - máficas, con predominancia de ultramafitas, con metamorfismo de contacto.	314.412	1.48
<i>Terraza baja</i>	<i>Canto, grava, arena y limo.</i>	2009.756	9.47
<i>Terraza alta</i>	<i>Canto, grava, arena y limo.</i>	152.163	0.72

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Geomorfología

Estudia las formas del terreno, sus procesos de formación y evolución, y las estructuras superficiales de la Tierra. Analiza cómo interactúan factores como el clima, la tectónica, la erosión y la sedimentación para modelar las características del relieve. Este conocimiento es esencial para comprender los paisajes terrestres y su dinámica.

El propósito de la cartografía geomorfológica es proporcionar información concisa y sistemática sobre las formas del terreno; su origen, los procesos naturales que han ocurrido y los fenómenos naturales activos. En ese sentido los mapas geomorfológicos deben ser herramientas útiles, que permitan evaluar el comportamiento de los terrenos, inventariar los movimientos en masa y sus aplicaciones en la evaluación de amenazas naturales, considerar el desarrollo de obras de infraestructura, y establecer zonificaciones geomecánicas, entre otras. La ciencia geomorfológica involucra y relaciona al paisaje con los procesos que le dieron origen y sus condiciones ambientales. Por lo tanto, para lograr una descripción y

caracterización adecuada es necesario representarla y transmitirla en forma gráfica o de mapas.

El levantamiento geomorfológico estuvo dirigido a caracterizar las geoformas, afectadas por los procesos morfodinámicos y agentes tanto endógenos como exógenos, que a su vez han modelado los diferentes paisajes geomorfológicos. Para su caracterización se consideró la metodología desarrollada por el Servicio Geológico Colombiano la cual va encaminada a la evaluación de las amenazas naturales (SGC-metodología Carvajal-2011).

En el municipio de San Cristóbal se han diferenciado unidades de ambiente fluvial, estructural y denudacional, según Carvajal 2011. Las unidades enmarcadas en cada uno de los ambientes se caracterizaron por morfografía, morfometría, morfodinámica, morfocronología, entre otras propiedades.

Unidades y subunidades geomorfológicas

En el municipio de San Cristóbal se identificaron unidades y subunidades de ambiente fluvial, estructural, denudacional, y antrópico, las cuales se definieron con base en criterios genéticos, morfológico, geométrico, y en función de los procesos geomorfológicos específicos, ya sea de carácter erosivo o de acumulación. Para la delimitación de las geoformas se utilizaron imágenes satelitales, aéreas y el modelo digital del terreno.

En la siguiente ilustración se presenta el mapa de unidades geomorfológicas del municipio de San Cristóbal.

Ilustración 18 Subunidades geomorfológicas del municipio de San Cristóbal.

Tabla 6 Unidades geomorfológicas.



Fuente: Elaboración propia.

Unidad	Descripción	Área (Ha)	%
<i>Explotación minera (Aemc)</i>	áreas dedicadas a la extracción de materiales y minerales a cielo abierto, cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño.	103.509	0.5
<i>Cono o lóbulo coluvial y de soliflucción (Dco)</i>	Estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas	139.348	0.7
<i>Cerro remanente (Dcr)</i>	Prominencias topográficas aisladas de morfología colinada, alomada o montañosa que sobresalen de la topografía circundante.	249.308	1.2
<i>Colina remanente disectada (Dcred)</i>	Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, que presenta una cima redondeada	90.914	0.4
<i>Laderas coluviales suaves (Dlcs)</i>	Son geofomas producto de acumulación de materiales (suelo residual y/o fragmentos de roca)	315.951	1.5
<i>Lomeríos disectados (Dld)</i>	Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas redondeadas y amplias	2393.212	11.3
<i>Laderas disectadas abruptas a escarpadas (Dldae)</i>	Superficie en declive de morfología alomada o colinada, pendiente abrupta a escarpada, inclinada a escarpada, la longitud varía entre corta y muy larga	781.619	3.7
<i>Lomo desnudo bajo (Dldb)</i>	Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas, con índice de relieve relativo menor que 250 m y la longitud del eje principal es menor que 250 m;	86.289	0.4
<i>Laderas disectadas moderadas (Dldm)</i>	Superficies del terreno de pendiente moderada, de longitud moderada a larga, de formas planas, cóncavas y convexas,	1095.650	5.2

<i>Laderas erosivas muy disectadas (Dlcmd)</i>	Superficies del terreno de pendientes muy inclinadas a escarpadas, de longitudes moderadas a extremadamente largas, de formas planas, cóncavas y convexas, patrón de drenaje típico dendrítico a subparalelo.	1542.8111	7.3
<i>Laderas onduladas suevas (Dlos)</i>	Superficie en declive de morfología alomada o colinada, pendiente inclinada a escarpada, la longitud varía entre corta y muy larga	3773.080	17.8
<i>Cauce aluvial permanente (Fcap)</i>	Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales.	281.871	1.1
<i>Planos de inundación reciente (Fpir)</i>	Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales, donde es limitado localmente por escarpes de terraza.	1640.3253	7.7
<i>Terraza fluvio torrencial alta (Fta)</i>	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, que se ha modelado sobre sedimentos fluviales de una terraza previa por acción de ríos, quebradas o arroyos torrenciales.	120.821	0.6
<i>Terraza fluvio torrencial baja (Ftb)</i>	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, que se ha modelado sobre sedimentos fluviales por acción de ríos, quebradas o arroyos torrenciales.	1710.441	8.1
<i>Terraza marina (Mtm)</i>	superficies elevadas horizontales a subhorizontales que sufren un desnivel respecto al nivel del mar.	69.920	0.3
<i>Cuesta estructural (Sce)</i>	Definidas por estratos inclinados en favor de la pendiente del terreno, son de longitud corta a larga.	586.197	2.8
<i>Espolón bajo de longitud media (Sesbm)</i>	Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos.	724.915	3.4



tripadvisor.com

<i>Faceta triangular (Sft)</i>	Plano vertical a subvertical abrupto, recto con una geometría en planta triangular a trapezoidal (base amplia y techo angosto).	54.095	0.3
<i>Ladera de contrapendiente (Slc)</i>	Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos (estratos, foliación, diaclasamiento, entre otros) dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno.	272.331	1.3
<i>Ladera de contrapendiente de cuesta (Slcc)</i>	Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos (estratos, foliación, diaclasamiento, entre otros) dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno.	145.849	0.7
<i>Ladera de contrapendiente escarpada (Slce)</i>	Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno.	189.539	0.9
<i>Ladera estructural de cuesta (Slcc)</i>	Superficie con estratos dispuestos a favor de la pendiente del terreno (10° - 25°), de longitud larga a extremadamente larga, de forma recta a irregular, con pendientes inclinadas a muy inclinadas, relacionada a una estructura de cuesta.	1416.000	6.7
<i>Ladera estructural disectada (Sled)</i>	Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) paralelos al sentido de la inclinación del terreno.	786.285	3.7
<i>Ladera estructural moderada ondulada (Slemo)</i>	Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) paralelos al sentido de la inclinación del terreno.	614.651	2.9
<i>Sierra estructural muy disectada (Ssmd)</i>	Prominencia topográfica de morfología montañosa, de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas, convexas o rectas, con pendientes muy inclinadas a escarpadas.	1845.973	8.7

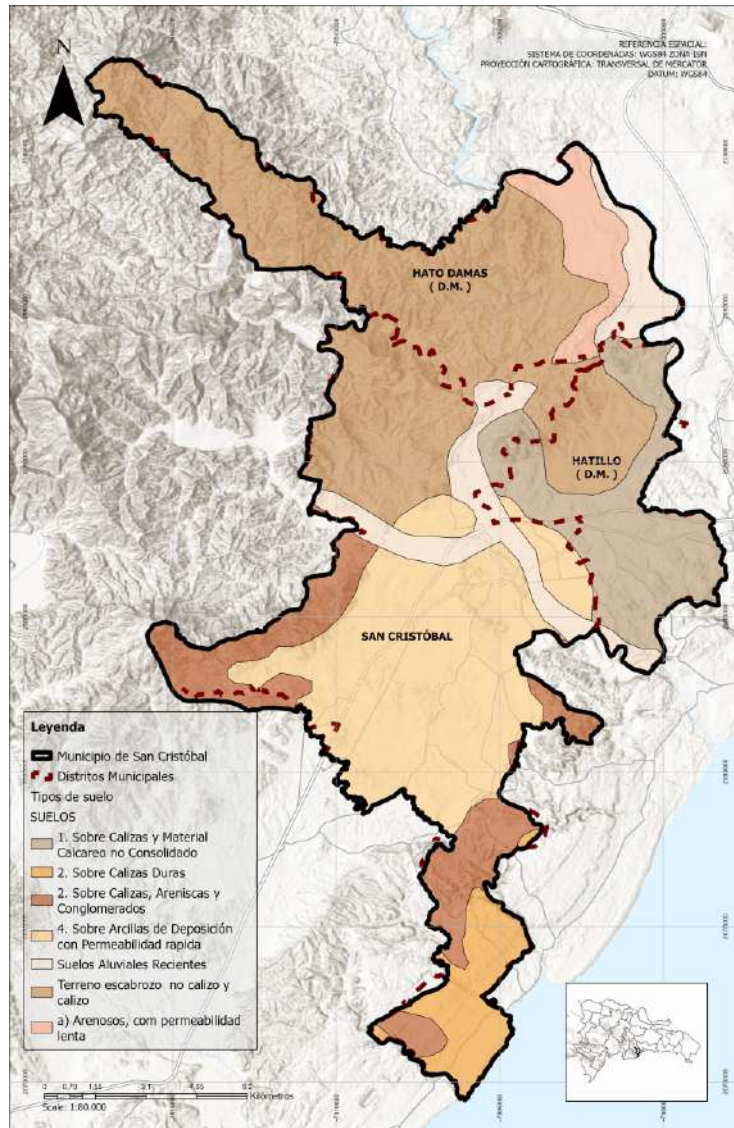
Fuente: Elaboración propia.

6.1.3. Suelos

El suelo en un territorio municipal se define por sus características físicas, químicas y biológicas, y su interacción con el entorno geológico. Es común encontrar una variación significativa en los tipos de suelo dentro del municipio, dependiendo de factores como el clima, la topografía y el material geológico subyacente. El suelo es un componente clave en la planificación territorial porque define las posibilidades y limitaciones de cómo usar y desarrollar un área de manera sostenible. Una gestión adecuada del suelo en la planificación territorial contribuye a un desarrollo más seguro, equitativo y resiliente.

A continuación, se describen los tipos de suelo presentes en el municipio de San Cristóbal que pueden observarse en la ilustración 19.

Ilustración 19 Tipos de Suelos Municipio de San Cristóbal



Fuente: MMARN, 2012

Tabla 7 Tipos de suelo

Unidad	Descripción	Área (Has)	%
<i>Suelos sobre calizas y material calcáreo</i>	Se caracterizan por tener un alto contenido de carbonato de calcio y un pH alcalino. Sin embargo, la textura, la profundidad, la retención de agua y la fertilidad pueden variar considerablemente dependiendo de la naturaleza física del material parental y otros factores ambientales como el clima y la vegetación.	2517.194	11.86
<i>Suelos sobre calizas duras</i>	Se caracterizan por ser delgados, muy pedregosos, con alto contenido de carbonato de calcio, pH alcalino, baja retención de agua y fertilidad limitada, pero con buen drenaje y un desarrollo de perfil incipiente. Estas condiciones selectivas favorecen el desarrollo de una vegetación especializada adaptada a la escasez de suelo y agua, y a las condiciones alcalinas.	1082.845	5.10
<i>Suelos sobre calizas, areniscas y conglomerados</i>	Los suelos derivados de estas tres rocas sedimentarias comparten un origen común, pero sus características específicas están fuertemente influenciadas por la composición mineralógica, la textura y la resistencia a la meteorización de la roca madre original. Esto da como resultado una amplia gama de tipos de suelos con diferentes propiedades físicas y químicas, lo que a su vez influye en la vegetación y el uso de la tierra.	2221.841	10.47

<i>Suelos sobre arcillas de deposición</i>	Con permeabilidad rápida son caracterizados por un alto contenido de arcilla, pero presentan una inusual capacidad para el movimiento rápido del agua debido a la presencia de fisuras, agregación, canales biológicos o la mezcla con otras partículas. Esto da como resultado un comportamiento complejo en términos de retención de agua, plasticidad, resistencia y manejo. Es crucial entender la causa de esta permeabilidad rápida para predecir el comportamiento del suelo en diferentes condiciones de humedad y para su manejo adecuado en agricultura o ingeniería.	5120.683	24.12
<i>Suelos aluviales recientes</i>	Son suelos jóvenes y dinámicos, caracterizados por una escasa diferenciación de horizontes, estratificación visible, textura variable, generalmente alta fertilidad y susceptibilidad a inundaciones. Su proximidad a las fuentes de agua y su riqueza en nutrientes los convierten en áreas valiosas para la agricultura, aunque requieren una gestión cuidadosa debido a su naturaleza propensa a las inundaciones y su variabilidad textural	1745.465	8.22
<i>Terrenos escabroso no calizo y calizo</i>	Los terrenos escabrosos, tanto si están formados por rocas no calizas como calizas, comparten la característica principal de presentar una superficie irregular, abrupta y difícil de transitar. Sin embargo, la naturaleza de la roca subyacente (caliza o no caliza) influye significativamente en las formas del relieve, los procesos de erosión y meteorización, los suelos que se desarrollan y, por ende, en el paisaje general. La vegetación adaptada a suelos alcalinos y a menudo secos: pueden encontrarse especies calcícolas (que prefieren suelos ricos en calcio), matorrales esclerófilos, bosques de coníferas o caducifolios adaptados a las condiciones kársticas.	7681.976	36.19
<i>Suelos arenosos con permeabilidad lenta</i>	Un suelo arenoso con permeabilidad lenta presenta la textura dominante de la arena, pero exhibe una velocidad de infiltración y drenaje menor de lo esperado. Esto generalmente se debe a la presencia de una cantidad significativa de partículas finas (limo y/o arcilla) que obstruyen los poros, a la compactación del suelo, a la cementación de las partículas de arena, a una estructura del suelo deteriorada o a la presencia de capas subsuperficiales menos permeables. Comprender la causa específica de la baja permeabilidad es crucial para el manejo adecuado de estos suelos en agricultura, construcción o conservación.	858.167	4.04

Fuente: MMARN, 2012

6.1.3.1. Asociaciones de Suelos

En República Dominicana el estudio de suelo se realizó en 1967, en el marco del proyecto “Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana”, auspiciado por la Organización de los Estados Americanos (OEA).

El principal objetivo del estudio fue levantar y poner a disposición de las autoridades dominicanas una base científico-técnica de informaciones útiles para la clasificación de los suelos dominicanos, que sirviera de herramienta para la planificación del desarrollo y extensión agrícola.

Con el levantamiento de informaciones sobre los suelos y el análisis de fotografías aéreas a escala 1:60,000, se delimitaron unidades geomorfológicas que corresponden a asociaciones de suelos y en algunos casos a series.

Se determinaron los perfiles representativos de las unidades de suelos establecidas, con su respectiva toma de muestras para análisis físico y químico.

El estudio estableció más de cien asociaciones de suelos que fueron agrupadas según las principales características de los suelos predominantes, resultando diez grandes grupos: Suelos de Sabanas; Suelos Arcillosos no Calcáreos; Suelos de origen Calcáreo; Suelos de origen Ígneo, Volcánico y Metamórfico; Suelos Aluviales Recientes; Ciénagas; Playa Costera y Dunas; Suelos Orgánicos; Terrenos Cársicos; y Terrenos Escabrosos de Montaña.

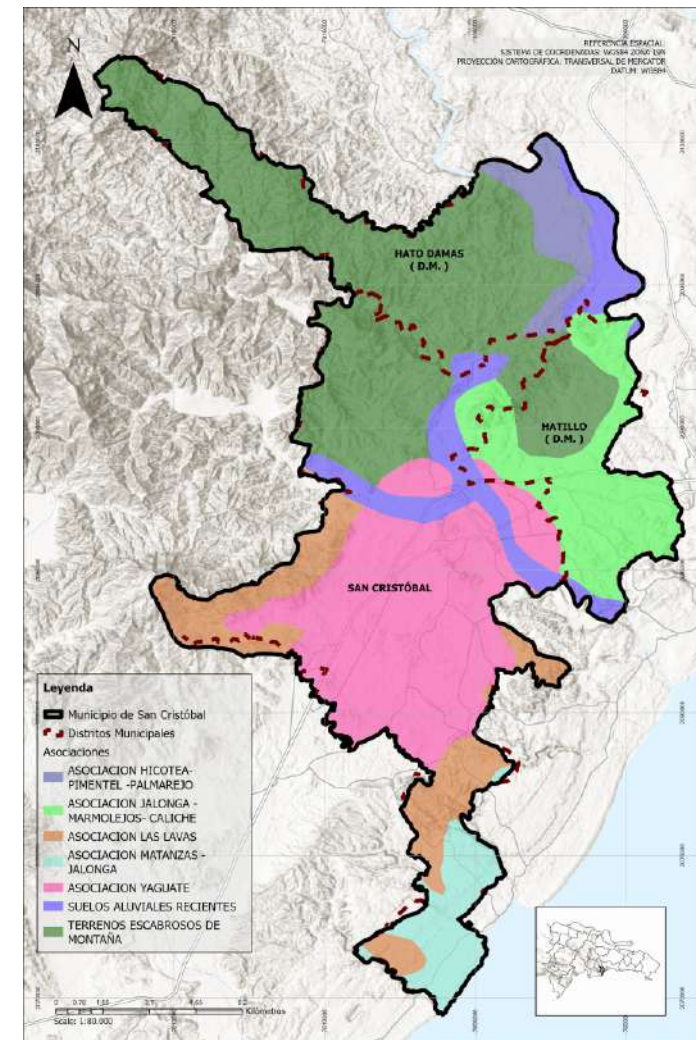
A continuación, se presentan las asociaciones de suelos presentes en el municipio de San Cristóbal y su descripción correspondiente:

Tabla 8 Asociaciones de Suelos del Municipio de San Cristóbal

Asociación	Área (Has)	%
Asociación Hicotea-Pimentel-Palmarejo	857.67	4
Asociación Jalonga-Marmolejo-Caliche	2515.647	12
Asociación Las Lavas	2220.476	10
Asociación Matanzas- Jalonga	1082.18	5
Asociación Yaguate	5117.536	24
Suelos aluviales Recientes	1744.676	8
Terrenos escabrosos de montaña	7677.255	36

Fuente: MMARN, 2012

Ilustración 20 Asociaciones de Suelos del Municipio de San Cristóbal



Fuente: MMARN, 2012

Asociación Hicotea-Pimentel-Palmarejo

Suelos con topografía llana, drenaje deficiente formados de materiales arcillosos depositados en condiciones de laguna.

Asociación Jalonga-Marmolejo-Caliche

Suelos calcáreos poco profundos con topografía ondulada a ligeramente alomada, muy susceptibles a erosión, formados a expensas de materiales calizos, areniscas calcáreas y no calcáreas.

Asociación Las Lavas

Suelos residuales formados a expensas de conglomerados calcáreos, poco profundos, topografía alomada a muy alomada, francos arcillosos, pardos. Suelos calcáreos muy poco profundos y gravillosos, desarrollados a expensas de conglomerados calcáreos.

Asociación Matanzas- Jalonga

Suelos residuales formados a expensas de tobas y tobas andesíticas.

Asociación Yaguete

Suelos formados a expensas de materiales calcáreos no consolidados, franco arcilloso, medianamente profundos, estructura granular débilmente desarrollada, color pardo y buen drenaje interno.

Suelos aluviales recientes

Los suelos aluviales son generalmente profundos, bien drenados, calcáreos, con textura ligera o mediana y de alta fertilidad.

Terrenos escabrosos de montaña

Suelos de origen ígneo y volcánico y provenientes de calizas afectados por la topografía.

6.1.3.2. Clases Agrológicas

Las clases agrológicas, son un sistema de clasificación que agrupa los suelos según su potencial y limitaciones para diferentes usos agrícolas, pecuarios, forestales y otros usos relacionados con la producción biológica. El objetivo principal de esta clasificación es orientar sobre el uso más adecuado de la tierra para lograr una producción sostenible y evitar su degradación.

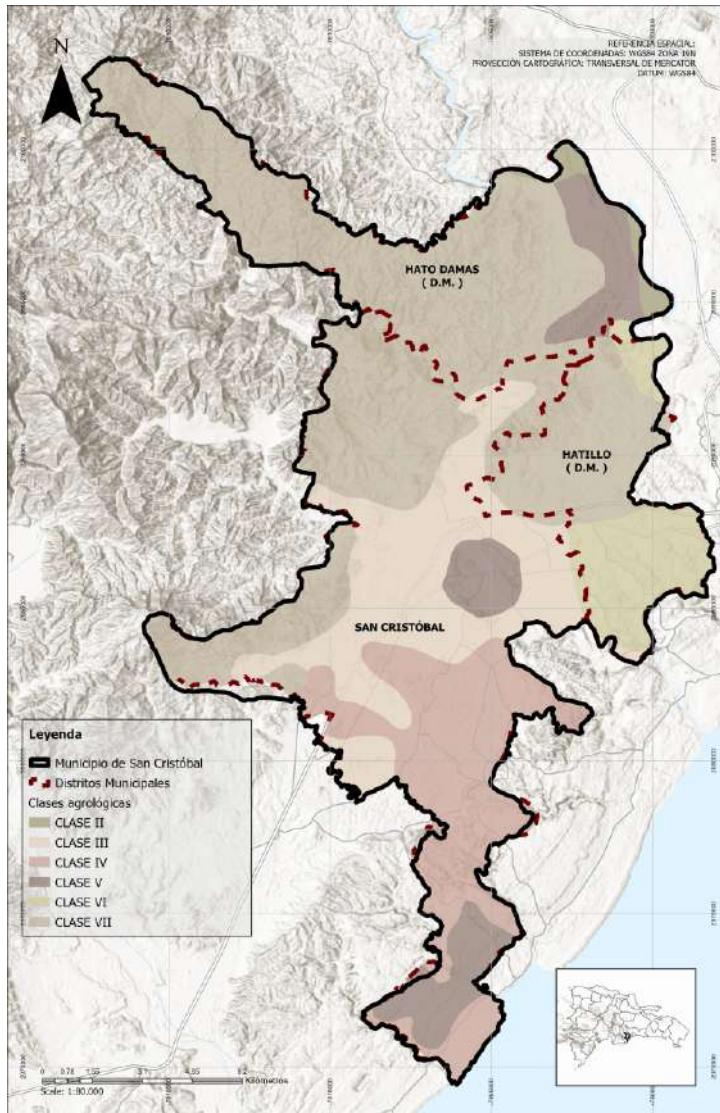
El sistema de clasificación agrológica más comúnmente utilizado a nivel mundial se basa en el modelo desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS), actualmente conocido como el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS). Este sistema se ha adaptado en muchos países, incluyendo la República Dominicana, con algunas modificaciones para ajustarse a las condiciones locales.

El sistema generalmente se divide en ocho clases principales, designadas con números romanos del I al VIII. Estas clases se basan en la intensidad de las limitaciones para el uso agrícola y el riesgo de daño al suelo asociado con dicho uso.

- **Clases I a IV:** Se consideran **aptas para la agricultura**, con limitaciones que van de ninguna a severas. A medida que aumenta el número de la clase, las limitaciones son mayores y las opciones de uso agrícola se restringen.
- **Clases V a VIII:** Se consideran **no aptas para la agricultura de forma regular**. Su uso se limita generalmente a pastoreo, silvicultura, recreación o conservación, debido a limitaciones muy severas o riesgos muy altos de degradación.

A continuación, se describen las clases agrológicas presentes en el territorio municipal y en la ilustración es posible observar su localización:

Ilustración 21 Clases Agrológicas Municipio de San Cristóbal



Fuente: MMARN, 2012

Tabla 9 Clases Agrológicas Municipio de San Cristóbal

Clase Agrológica	Área (Has)	%
Clase II: Suelos buenos.	234.720	1.11
Clase III: Suelos aceptables.	3,766.939	17.74
Clase IV: Suelos marginales para cultivo.	3,499.903	16.49
Clase V: Suelos aptos para pastoreo o silvicultura con limitaciones.	1,939.123	9.13
Clase VI: Suelos aptos para pastoreo o silvicultura con limitaciones severas.	1,532.681	7.22
Clase VII: Suelos aptos para pastoreo o silvicultura muy controlados con limitaciones muy severas.	10,255.075	48.31

Fuente: MMARN, 2012

Clases Aptas para la Agricultura:

- **Clase II: Suelos buenos.**

Suelos cultivables, aptos para riego, con topografía llanada, ondulada o suavemente alomada y con factores limitantes no severos. Productividad alta con buen manejo. Tienen limitaciones moderadas que reducen la elección de cultivos o requieren prácticas de conservación sencillas. Son aptos para muchos cultivos con prácticas de manejo cuidadosas.

- **Clase III: Suelos aceptables.**

Suelos cultivables, aptos para el riego, sólo con cultivos muy rentables, presentan topografía llana, alomada o suavemente alomada y con factores limitantes de alguna severidad. Productividad mediana con prácticas intensivas de manejo. Aptos para un número limitado de cultivos con manejo intensivo y prácticas de conservación estrictas.

- **Clase IV: Suelos marginales para cultivo.**

Suelos limitados para cultivos y no aptos para el riego, salvo con cultivos muy rentables; presentan limitantes severas y requieren prácticas intensivas de manejo. Tienen limitaciones severas que

restringen su uso a cultivos específicos y exigen prácticas de manejo y conservación muy cuidadosas. Pueden tener pendientes fuertes, suelos muy poco profundos, drenaje muy deficiente o riesgos altos de erosión.

Su uso para cultivos es muy limitado, generalmente dedicados a pastos o heno con manejo cuidadoso.

Clases No Aptas para la Agricultura Regular:

- **Clase V: Suelos aptos para pastoreo o silvicultura con limitaciones.**

Suelos aptos para pastos y cultivos de arroz, con limitantes de drenaje; productividad alta para pastos o para arroz con prácticas de manejo. Presentan limitaciones permanentes que impiden el cultivo, como encharcamiento o pedregosidad. Aptos principalmente para pastoreo o silvicultura con manejo para proteger la cobertura vegetal.

- **Clase VI: Suelos aptos para pastoreo o silvicultura con limitaciones severas.**

Suelos aptos para bosques, pastos y cultivos de montaña, con limitantes muy severas de topografía, profundidad y rocosidad. Deben usarse para pastoreo o silvicultura con prácticas intensivas de conservación.

- **Clase VII: Suelos aptos para pastoreo o silvicultura muy controlados con limitaciones muy severas.**

Incluye terrenos escabrosos de montaña, con topografía accidentada, no cultivables, aptos para fines de explotación forestal. Presentan limitaciones muy severas, como pendientes muy fuertes, suelos extremadamente delgados o aridez. Su uso para pastoreo o silvicultura debe ser muy controlado para evitar daños severos. A menudo, su mejor uso es la conservación.

6.1.4. Hidrografía

La Provincia San Cristóbal pertenece a la Región Hidrológica Ozama-Nizao, conformada por las cuencas de los ríos Ozama, Haina y Nizao (INDRHI 2012), esta Región cuenta con una disponibilidad de agua superficial de 4,459.08 millones de M³/año y 457 millones de M³/año de agua subterránea. En el territorio de la Provincia se localizan las cuencas del río Nizao y el río Haina. La cuenca del río Nizao se ubica en la región sureste de República Dominicana, con una superficie de 1,039.84 km², y consta de 9 sub-cuencas distribuidas en 10 municipios que incluyen territorio de las provincias: La Vega, Peravia, San Cristóbal y San José de Ocoa. Limita al norte con las cuencas de los ríos Yuna y Yaque del Norte, al este con las cuencas del río Haina y Nigua, hacia la porción oeste con las cuencas de los ríos Ocoa y Baní, hacia la parte sur y sureste limita con la cuenca Arroyo Sainaguá y el Mar Caribe.

En cuanto a la cuenca del río Haina, cuenta con una superficie de 562 km² y una longitud de 86 km, se encuentra casi en su totalidad dentro de las provincias San Cristóbal y Santo Domingo. Nace en la loma El Zumbador, de las elevaciones de Maimón, en la Cordillera Central, al noroeste de Villa Altagracia; y se dirige hacia el este y luego de su confluencia con el río Los Guanaitos, gira hacia el sureste siguiendo un curso serpenteante, próximo a la Autopista Duarte, con grandes sinuosidades y meandros pronunciados hasta desembocar en el Mar Caribe, al oriente del municipio Bajos de Haina.

La mayoría y principales afluentes se originan en la Cordillera Central y se unen por la derecha al Haina. Algunos de esos afluentes son los ríos Duey, Isa y Carballo, y los arroyos Catarey, Jibaná, Sosúa, Galán, Medina, Cuayo y Dasa. Por la izquierda se une el río Los Guanaitos, que nace en el Alto de la Paloma en la Cordillera Central, el río Básima, que se origina en la vertiente norte de El Pílon en la Sierra de Yamasá, y los arroyos Novillero, Madrigal, Manogayabo y Guajimía.

Tabla 10 Disponibilidad de Agua en Región Hidrográfica Ozama-Nizao.

Región Hidrográfica	Agua Superficial (mmc)	Agua Subterránea (mmc)
Ozama-Nizao	4.459.08	475

Fuente: INDRHI. Plan Hidrológico Nacional

A pesar de que la Región Hidrológica Ozama-Nizao cuenta con una disponibilidad de agua de 4,459.08 MM3/año de agua superficiales y 457 MM3/año de agua subterráneas. Sin embargo, la oferta real yace en la capacidad de almacenamiento de las presas y embalses y en la extracción de agua subterránea.

Tomando como indicador la cuenca del río Nizao y los embalses existentes vemos una disminución de alrededor del 50% de su capacidad de almacenamiento. Jigüey con un volumen máximo de 127.28 mmc, se mantiene en los 59.90mms, lo que representa un 47% de su capacidad total. Valdesia con un volumen máximo de 150.00 mmc, se mantiene entre 70 y 80 mmc, sin embargo, con la sequía extrema de los meses de marzo y abril del 2023, su capacidad se redujo a niveles críticos ente en 25% y 15% de su capacidad de almacenamiento. Por otro lado, la capacidad de almacenamiento apenas representa el 7% de la disponibilidad de agua de la región.

En cuanto a la relación oferta-demanda, el INDRHI estima que para el 2025 la presión hídrica en la región Ozama-Nizao será de un 32%, sin embargo, otras fuentes sitúan la presión hídrica en 40% y la considera fuerte, donde la Provincia de San Cristóbal es de las más perjudicadas. De igual manera, la disminución real de la disponibilidad de agua afecta no solo a San Cristóbal, también afecta al Gran Santo Domingo al acceso a agua potable. En cuanto a la disponibilidad de agua para riego, el sistema de riego Marco A. Cabral que requiere unos 2,140 MM3/año, apenas recibe unos 540 MM3/año, afectando a gran cantidad de productores agrícolas de San Cristóbal y Bani.

Otro rubro importante que es afectado por la disminución real de

disponibilidad de agua es la generación eléctrica. El sistema de embalses Nizao cuenta con una capacidad instalada de 212 MW, sin embargo, solo genera unos 5.4 MW/hora, lo que representa un 2.5% de su capacidad.

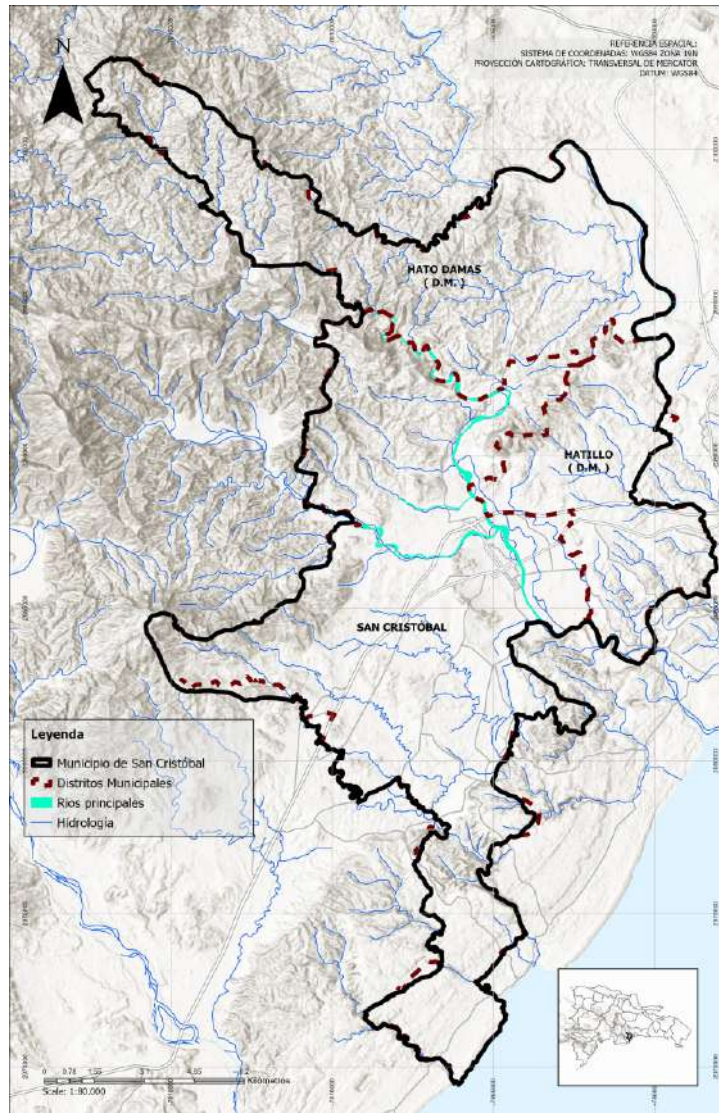
De igual manera, el agotamiento de los recursos hídricos en la provincia de San Cristóbal se hace evidente con la comparación de los caudales de los ríos Nizao y Nigua. Para 2010 en caudal de entrada del embalse de Jigüey se situaba en los 14.5 m3/seg y 24.4 m3/seg, para el año 2023 el caudal promedio de entrada es de 7.52 m3/seg y de salida 16.12 m3/seg para una reducción de 49.22% en el caudal de entrada y 33.3% de salida.

En cuanto al río Nigua, para el año 2014 su caudal en la cuenca media se estimaba en 8 m3/seg, sin embargo, para 2018 el caudal en la cuenca media apenas era de 2.6 m3/seg. La reducción de estos caudales afecta significativamente el acceso de agua potable de la población de San Cristóbal y el Gran Santo Domingo, así como, la producción agrícola de San Cristóbal y Bani.



acento.com.do

Ilustración 22 Hidrografía de San Cristóbal



Fuente: MMARN, 2012

Tabla 11 Características de las principales cuencas presentes en San Cristóbal.

Cuenca	Longitud	Área	Perímetro
Haina	82 km	564 Km ²	151 km
Nigua	37 km	208 Km ²	88 km
Nizao	142 km	1,034 Km ²	232 km

Fuente: INDRHI. Plan Hidrológico Nacional.

El municipio de San Cristóbal cuenta con importantes recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos. Estos recursos son vitales para el consumo humano, la agricultura, la industria y el sostenimiento de los ecosistemas locales.

- **Río Nigua:** Nace en la Loma La Cuchilla de Desboronado y atraviesa el municipio. Es un río importante cuyas aguas, limpias en su curso alto y medio, se utilizan para el acueducto local. Recibe las aguas del río Yubazo cerca del puente que une San Cristóbal con Santo Domingo.
- **Río Yubazo (o Blanco):** Nace en la Loma La Cuchilla de Desboronado y confluye con el río Nigua. Sus aguas suelen ser más turbias que las del Nigua.
- **Río Haina:** Constituye el límite oriental de la provincia de San Cristóbal.
- **Río Nizao:** Forma el límite con la provincia Peravia (al oeste de San Cristóbal). En su curso se encuentra la Presa de Valdesia, una importante infraestructura para el riego y el suministro de agua potable a Santo Domingo, aunque también beneficia a San Cristóbal.
- **Río La Toma:** En este río se encuentra el Balneario La Toma, un importante atractivo turístico y fuente de agua para la comunidad.
- **Arroyos:** Itabo, Sainaguá, Najayo, entre otros.

6.1.4.1. Cuencas Hidrográficas

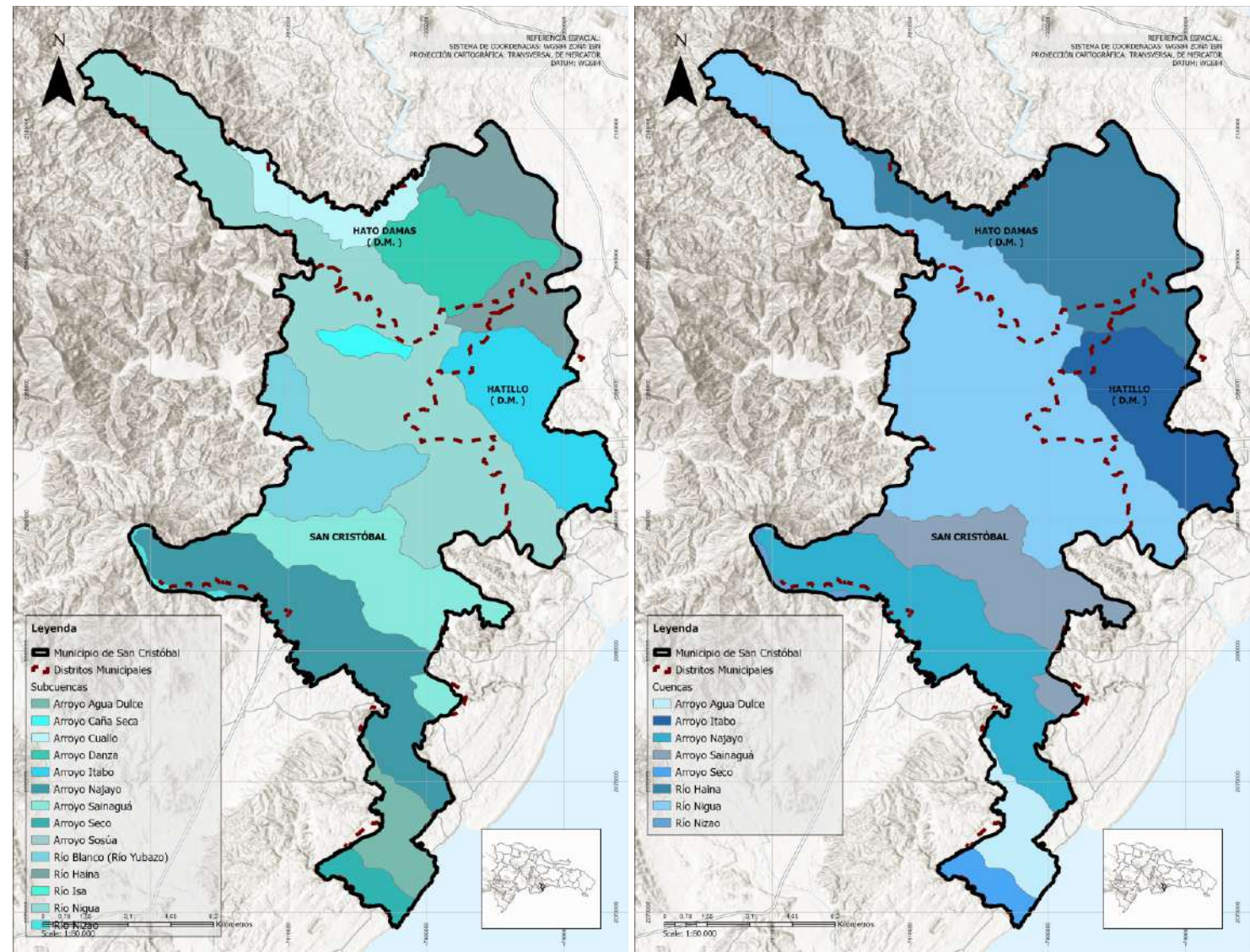
El municipio de San Cristóbal se encuentra influenciado por varias cuencas hidrográficas, siendo las más importantes las de los ríos Nigua, Haina y Nizao:

- **Cuenca del Río Nigua:** este río es fundamental para el municipio y su cuenca abarca una porción significativa del mismo. El río Nigua y sus afluentes drenan el área, recogiendo el agua de lluvia y las escorrentías superficiales.
- **Cuenca del Río Haina:** aunque el río Haina sirve como límite oriental de la provincia de San Cristóbal, su cuenca también incluye áreas del municipio.
- **Cuenca del Río Nizao:** forma el límite occidental de la Provincia, y su cuenca también influye en la hidrología del municipio, especialmente en las áreas cercanas a este río.

Es importante destacar que las cuencas hidrográficas no se limitan a las divisiones políticas de los municipios, por lo que es posible que una misma cuenca abarque territorio de varios municipios o provincias.

La gestión adecuada de estas cuencas es crucial para garantizar la disponibilidad y calidad del agua en San Cristóbal. Esto implica proteger la vegetación en las partes altas de las cuencas,

Ilustración 23 Cuencas y subcuencas hidrográficas



Fuente: Modificado de MMARN, 2012

controlar la erosión del suelo, regular el uso del agua y prevenir la contaminación de los ríos y arroyos.

En las siguientes ilustraciones es posible observar la distribución de las cuencas y subcuencas en el territorio municipal.

Las cuencas presentes en el municipio son las siguientes:

Tabla 12 Cuencas

Cuencas	Área	%
Arroyo Agua Dulce	748.129	3.52
Arroyo Itabo	1,958.095	9.22
Arroyo Najayo	3,033.7394	14.29
Arroyo Sainaguá	2,188.000	10.31
Arroyo Seco	382.258	1.80
Río Haina	4,153.968	19.57
Río Nigua	8,678.712	40.88
Río Nizao	85.555	0.40

Fuente: Elaboración propio 2025.

Las subcuencas presentes en el municipio son las siguientes:

Tabla 13 Subcuencas

Cuenca	Subcuenca	Área (Has)	%
Arroyo Agua Dulce	Arroyo Agua Dulce	748.129	3.52
Arroyo Itabo	Arroyo Itabo	1,958.095	9.22
Arroyo Najayo	Arroyo Najayo	3,033.739	14.29
Arroyo Sainagua	Arroyo Sainagua	2,188.000	10.31
Arroyo Seco	Arroyo Seco	382.258	1.80
Río Haina	Arroyo Cuallo	795.477	3.75
	Arroyo Danza	1,527.730	7.20
	Arroyo Sosúa	2.139	0.01
	Río Haina	1,828.396	8.61
	Río Isa	0.224	0.00
Río Nigua	Río Blanco o Yubazo	1,563.502	7.37
	Arroyo Caña	230.878	1.09
	Río Nigua	6,884.330	32.43
Río Nizao	Río Nizao	85.555	0.40

Fuente: Elaboración propio 2025.

Problemáticas ambientales de las principales fuentes de agua

1. Problemáticas Ambientales del Río Nigua

a) Contaminación microbiológica

Estudios realizados entre 2019 y 2021 en puntos como Maluco, La Toma, Puente de San Cristóbal y Boca del Nigua detectaron altos niveles de coliformes fecales y totales, excediendo los estándares permitidos. El pH del agua registró valores entre 7.9 y 9.6, asociados a las características del suelo local. INTEC. (2023).

b) Vertidos de desechos sólidos y urbanos

El río ha sido utilizado como vertedero por décadas. Se han enterrado desechos en sectores como San Antonio y Samangola, que son arrastrados con las crecidas. En Boca de Nigua se acumulan plásticos, lilas y basura que obstruyen el flujo hídrico. INTEC. (2024).

c) Extracción indiscriminada de agregados

La extracción ilegal de arena, grava y piedra ha erosionado las márgenes del río, alterando el flujo y reduciendo su capacidad natural de regulación. INTEC. (2024).

d) Deforestación y erosión del suelo

La deforestación con fines agrícolas y extractivos ha provocado erosión en la cuenca, aumentando la sedimentación y disminuyendo la capacidad del cauce.

Efectos Negativos

a) **Salud humana:** aumento de enfermedades gastrointestinales y dérmicas.

b) **Ecosistemas acuáticos:** pérdida de biodiversidad y alteración de hábitats.

c) **Hidrología:** mayor turbidez, estancamientos y vulnerabilidad a

inundaciones.

d) **Gobernanza:** percepción fragmentada del riesgo y baja respuesta institucional.

Problemáticas Ambientales Río Yubazo

a) Vertimiento de residuos sólidos y desechos orgánicos

El río Yubazo es utilizado como vertedero por comunidades cercanas. Se han observado residuos domésticos, plásticos y animales muertos flotando en su cauce, afectando el uso agrícola y doméstico del agua.

b) Ausencia de infraestructuras sanitarias

La falta de sistemas de acueducto y alcantarillado provoca el vertido directo de aguas negras al río. Proyectos de plantas de tratamiento han sido abandonados por falta de recursos.

c) Deforestación en la cuenca alta

La pérdida de bosques en zonas altas de la cuenca ha intensificado procesos de erosión y sedimentación, reduciendo el caudal y la calidad del agua.

d) Extracción indiscriminada de agregados fluviales

Empresas y ocupaciones informales extraen arena y grava sin control ambiental ni permisos, alterando el lecho del río y acelerando su deterioro.

Efectos Negativos

- Pérdida de biodiversidad acuática: desaparición de especies como tilapias; subsisten solo algunas aves.

- Calidad de agua degradada: contaminación directa y exposición a enfermedades.

- Caudal reducido y sedimentación: río fragmentado y

transformado en charco estancado.

- Indiferencia institucional: débil fiscalización, ausencia de planes de recuperación efectivos.

Conclusiones

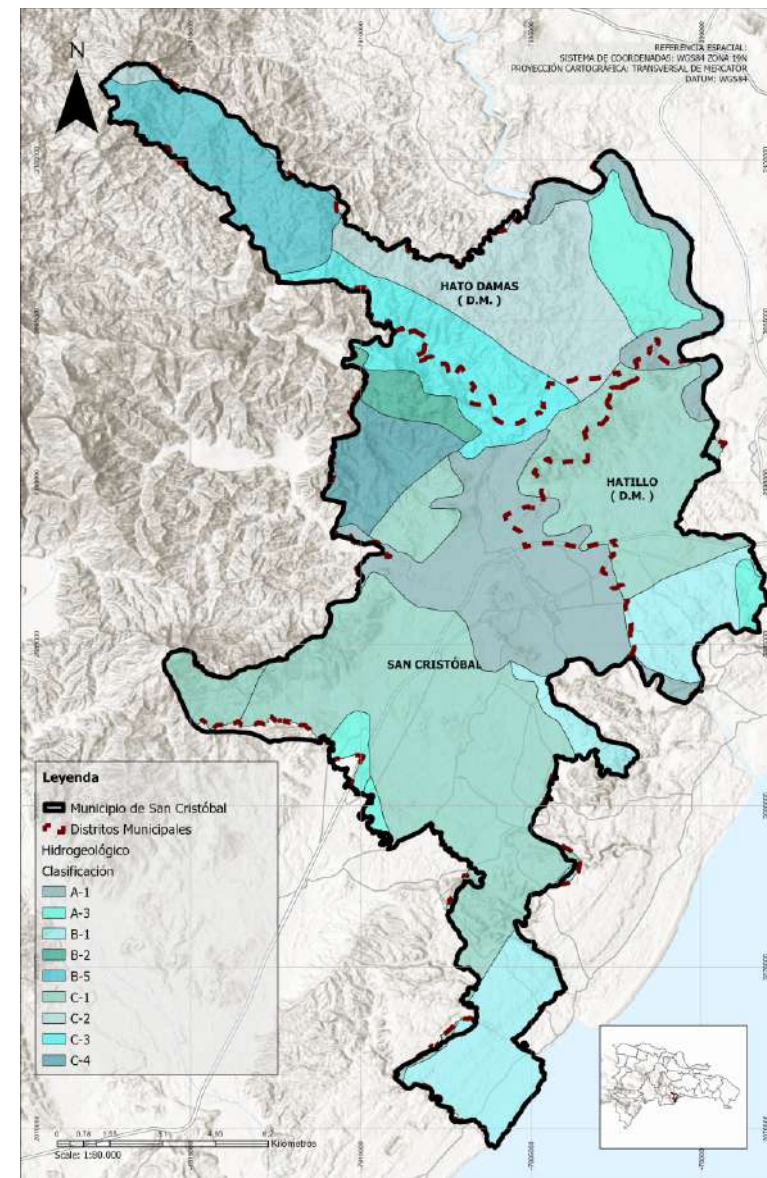
El río Nigua enfrenta un deterioro ambiental por contaminación, vertidos, extracción ilegal y deforestación. Estos problemas afectan la salud pública, la biodiversidad y el equilibrio hídrico. La intervención requiere una acción conjunta de saneamiento, regulación, educación y restauración ecológica.

El río Yubazo sufre una degradación ambiental crítica: contaminación por residuos, deforestación, extracción ilegal de agregados y abandono institucional. Esta situación ha provocado la pérdida de biodiversidad, riesgos sanitarios y una transformación severa del cauce. Se requieren acciones urgentes para restaurar su función ecológica y proteger a las comunidades ribereñas.

6.1.4.2. Aguas Subterráneas – Hidrogeología

El municipio cuenta con acuíferos que son una fuente importante de agua para el consumo humano y otras actividades. Sin embargo, la información específica sobre la capacidad y calidad de estos acuíferos requeriría estudios hidrogeológicos detallados. A continuación, es posible observar las unidades hidrogeológicas o acuíferos presentes en el municipio de San Cristóbal.

Ilustración 24 Hidrogeología Municipio de San Cristóbal



Fuente: MMARN, 2012

Tabla 14 Hidrogeología Municipio de San Cristóbal

Unidad Hidrogeológica	Símbolo	Área (Has)	%
A -Rocas Porosas	A-1	3,526.997	16.62
	A-3	1,097.705	5.18
B Rocas Fracturadas	B-1	2,340.331	11.02
	B-2	368.941	1.74
	B-5	1,499.089	7.06
C Rocas Porosas Fracturadas	C-1	7,884.988	48.17
	C-2	2,216.927	10.44
	C-3	1,506.881	7.10
	C-4	786.582	3.71

Fuente: MMARN, 2012

El mapa presenta una categorización del potencial acuífero en función de la permeabilidad del suelo, asociada al tipo de roca presente en la estratigrafía del terreno:

- A. Rocas porosas, con importancia Hidrogeológica de alta a baja.
- B. Rocas fracturadas, con importancia Hidrogeológica de alta a baja.
- C. Rocas porosas fracturadas, con poca importancia Hidrogeológica.

También presenta las formaciones acuíferas clasificadas en función del período histórico de su formación Cuaternario Q, Terciario Superior TS, Terciario Inferior TI, Cretácico Superior KS, y Cretácico Inferior KI.

Cada una de estas clasificaciones están constituidas por subclases referidas a la zona de localización del acuífero. La productividad del acuífero está clasificada a su vez en función de la capacidad específica, que es la relación que existe entre el

caudal explotable y la profundidad del acuífero, y entre el caudal explotable y el abatimiento del pozo en operación.

Características de los Acuíferos

1. Acuífero Calizo del Interior (no marino)

Dentro del municipio de San Cristóbal se localiza un acuífero desarrollado sobre formaciones calizas fracturadas, correspondientes al Lías medio-superior y al Dogger. Este acuífero se presenta en zonas de mediana altitud, principalmente en el sector norte del municipio, y ha sido caracterizado por su naturaleza fisurada y confinada, con almacenamiento en fracturas y poros secundarios (IGME, 2004).

Este sistema acuífero presenta una superficie aproximada de 10 km² y recursos limitados, estimados en menos de 1 hectómetro cúbico anual, según registros hidrogeológicos de campañas de prospección realizadas en la región (IGME, 2004). Uno de los principales puntos de descarga de este acuífero es el manantial conocido como “Fontaneres”, el cual ha mostrado caudales decrecientes durante las últimas dos décadas, indicando una presión creciente sobre el sistema (IGME, 2004).

Actualmente, este acuífero abastece parcialmente a zonas rurales y comunidades dispersas a través de pozos de captación directa, utilizados principalmente para el riego localizado y consumo doméstico. Dada su fragilidad estructural, el acuífero ha sido objeto de recomendaciones técnicas orientadas a la regulación del bombeo y el monitoreo piezométrico (IGME, 2004).

2. Acuífero Costero Mixto (urbano-costero de San Cristóbal)

El acuífero costero del municipio de San Cristóbal se extiende hacia las zonas bajas y litorales compartidas con los municipios de Nigua y Bajos de Haina. Se compone principalmente de sedimentos aluviales y marinos recientes, incluyendo arenas, limos y gravas sobre sustratos calcáreos y arcillosos (SGN, 2020).

Este acuífero es de tipo libre y semi-confinado en ciertas zonas, con un nivel freático somero (1 a 5 metros) en las proximidades del litoral. Su recarga se produce principalmente por infiltración directa de precipitaciones y, en menor medida, por escurrimientos superficiales de los ríos Nigua y Haina (ONAMET, 2021).

La calidad del agua subteránea en este sistema acuífero es variable. En zonas poco urbanizadas, se mantiene dentro de parámetros aceptables para el consumo humano; sin embargo, en sectores industriales o de alta densidad poblacional, se han registrado niveles significativos de contaminación por nitratos, coliformes y metales pesados (Banco Mundial/PNUD, 2021).

Los principales usos de este acuífero son el abastecimiento de agua potable para zonas urbanas y periurbanas, riego de pequeñas parcelas, y extracción mediante pozos particulares. Su vulnerabilidad es muy alta debido a la sobreexplotación, la baja permeabilidad de recarga en sectores impermeabilizados y la presión creciente del desarrollo urbano (IGME, 2004; SGN, 2020).

3. Consideraciones de Gestión y Riesgos Hídricos

La coexistencia de dos sistemas acuíferos en el municipio de San Cristóbal, uno interior calizo y otro costero aluvial, plantea retos complejos de gestión. El acuífero calizo requiere una estrategia de conservación y monitoreo permanente debido a su baja tasa de recarga y sensibilidad estructural (IGME, 2004).

Por otro lado, el acuífero costero necesita medidas urgentes para prevenir la intrusión salina, la contaminación por fuentes difusas urbanas e industriales, y la disminución de su capacidad de recarga debido a la urbanización extensiva (SGN, 2020; PNUD, 2021).

Recomendaciones incluyen: delimitación de zonas de protección de recarga, control del uso de fertilizantes y pesticidas, monitoreo de pozos y extracción, y regulación urbanística que garantice zonas verdes y permeables para facilitar la infiltración (Banco Mundial/PNUD, 2021).

6.1.5. Clima

El municipio de San Cristóbal tiene un clima tropical, caracterizado por temperaturas cálidas durante todo el año. Las temperaturas suelen oscilar entre los 20°C y 31°C, con mínimas raramente por debajo de los 18°C y máximas que no suelen superar los 33°C.

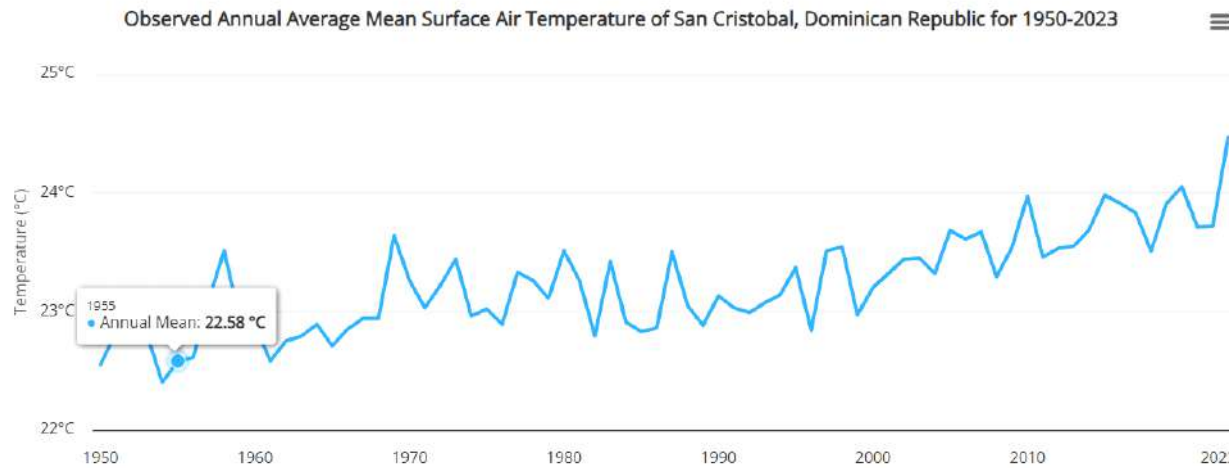
La temporada calurosa se extiende desde mediados de junio hasta principios de octubre, mientras que la temporada más fresca ocurre entre diciembre y marzo. Las precipitaciones son frecuentes, especialmente durante la temporada de lluvias, lo que contribuye a la vegetación abundante y los suelos fértiles.

Este clima favorece actividades agrícolas y turísticas, pero también puede presentar desafíos como inundaciones durante las lluvias intensas.

La clasificación climática utilizada en la República Dominicana es la de Wladimir Peter Köppen, que es uno de los sistemas de clasificación climática más empleada en el mundo. La clasificación de Köppen se fundamenta en el concepto de que la vegetación nativa es la mejor expresión del clima; combina los promedios mensuales y anuales de las temperaturas y las precipitaciones, y la estacionalidad de las precipitaciones.

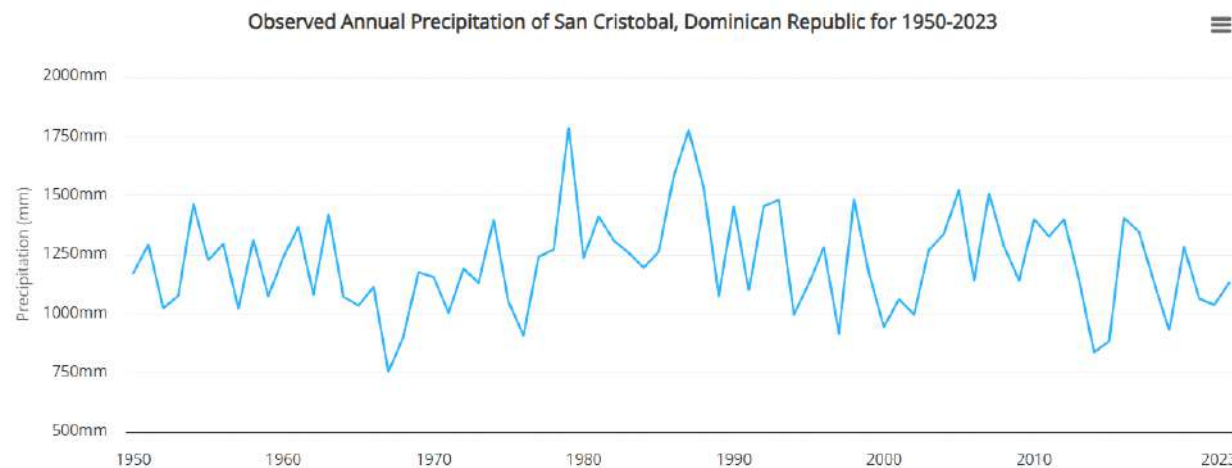
El municipio de San Cristóbal se encuentra en el Grupo A: Tropical, que se caracterizan por su alta temperatura constante (a nivel del mar y altitudes bajas) – la temperatura media de todos los meses es de 18° Celsius o superior. La diferencia entre la temperatura media del mes más frío y la del mes más caliente es inferior a 5° Celsius.

Clima tropical de bosque (también denominado clima monzónico), con el símbolo **Am**. Esta clase tiene una temporada doble de lluvias, como la variante Afw”, con dos disminuciones. Pero la caída de las lluvias es menor de 60 mm en el mes más pobre en lluvia. La temperatura media anual es 25.1 °C en San Cristóbal. El nivel anual de precipitaciones asciende a 1095 mm según los registros meteorológicos.

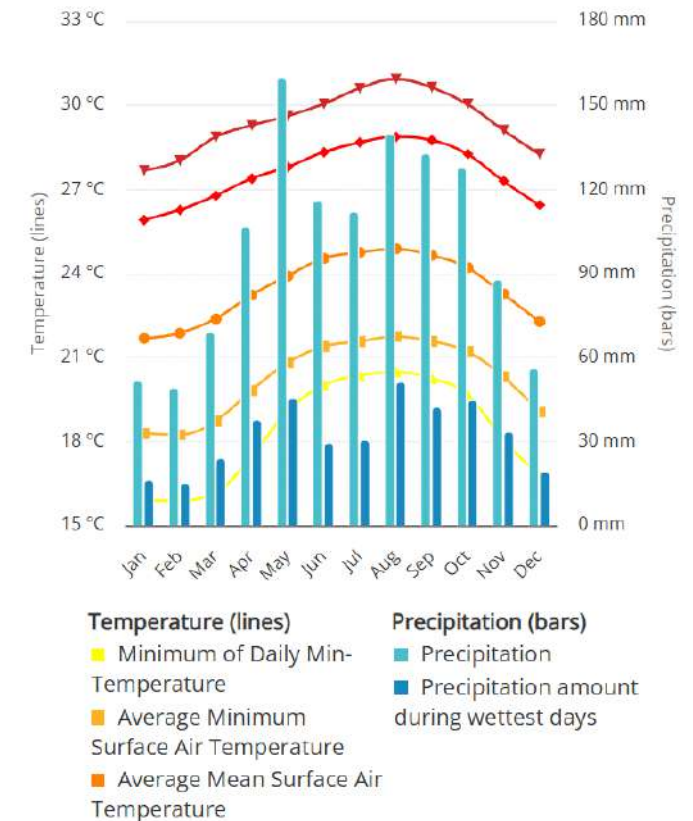
Figura 13 Temperatura Media Anual Periodo 1950-2023

Fuente: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

De la figura es posible observar que la temperatura promedio para el año 2023 fue de 24.47 grados centígrados.

Figura 14 Precipitación Media Anual Periodo 1950-2023

Fuente: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

**Figura 15 Ciclo Estacional Histórico
de San Cristóbal para el periodo 1991-2020**

Fuente: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

De la figura es posible observar que históricamente durante los meses de mayo, agosto y septiembre se presenta la mayor precipitación y se marcan dos periodos de lluvia predominantes de abril a junio y de agosto a noviembre, mientras que la mayor temperatura corresponde a los meses de junio, julio y agosto.

6.1.6. Recursos Mineros

La Provincia San Cristóbal tiene la mayor cantidad de concesiones de explotaciones de minerales no metálicos del país, con 19 autorizaciones. El municipio de San Cristóbal concentra la mayor cantidad de actividades mineras en la Provincia, dominada por las extracciones de agregados en las riberas de ríos Nigua y Yubazo, lo cual fue prohibido definitivamente en el 2007, sin embargo, la extracción de material granular ha seguido de manera indiscriminada.

De igual manera, según la Dirección General de Minería del Ministerio de Minas y Energía, San Cristóbal cuenta con otros minerales no metálicos, como son: mármol, caliza, sílice, yeso y sal. Por otro lado, existe un potencial geológico relativamente importante para encontrar posibles yacimientos metálicos. Actualmente, la Dirección General de Minería tiene aprobadas 11 concesiones para la explotación de piedra caliza con una extensión de 5 km² aproximadamente, no se encontró evidencia de concesiones para la exploración o explotación de minería metálica.

6.1.7. Áreas Protegidas

La República Dominicana cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) extenso y diverso, que abarca una porción significativa de su territorio terrestre y marino. Estas áreas se gestionan bajo diferentes categorías, cada una con objetivos de conservación y manejo específicos.

Categorías de Áreas Protegidas en la República Dominicana:

Las áreas protegidas se clasifican en seis categorías principales, que a su vez se dividen en subcategorías:

- 1. Áreas de Protección Estricta:** estas áreas se gestionan principalmente con fines científicos, de protección de la naturaleza y/o monitoreo ambiental.
 - Reservas Científicas: destinadas a la investigación científica y la conservación de ecosistemas, especies o fenómenos naturales únicos.
 - Santuarios de Mamíferos Marinos: creados para proteger poblaciones de mamíferos marinos, como el Santuario de Mamíferos.
 - Reservas Biológicas: áreas establecidas para asegurar la conservación a largo plazo de la diversidad biológica.
- 2. Parques Nacionales:** extensiones de tierra y/o mar, relativamente grandes, dedicadas a proteger la integridad ecológica de uno o más ecosistemas para las generaciones presentes y futuras. Están destinadas a excluir la explotación u ocupación que sea hostil a sus propósitos y proporcionan un marco para actividades espirituales, científicas, educativas, recreativas y turísticas.
- 3. Monumentos Naturales:** áreas que contienen uno o más elementos naturales específicos de importancia sobresaliente nacional, incluyendo monumentos naturales geológicos, formaciones fisiográficas únicas, sitios naturales de belleza excepcional y hábitats de especies amenazadas.

4. **Áreas de Manejo de Hábitat/Especies:** áreas terrestres y/o marinas sujetas a intervención activa de manejo con el propósito de garantizar el mantenimiento de hábitats y/o satisfacer las necesidades de especies particulares.
 - Refugios de Vida Silvestre: creados para proteger especies particulares o grupos de especies, así como sus hábitats.
5. **Reservas Naturales:** áreas creadas para proteger y mantener la diversidad biológica, así como los recursos naturales y culturales asociados.
6. **Paisajes Protegidos:** áreas donde la interacción de las poblaciones humanas y la naturaleza ha producido un área de carácter distintivo con un valor estético, ecológico o cultural significativo y a menudo con alta diversidad biológica.

Otras Categorías

- **Parques Nacionales Submarinos:** áreas marinas protegidas que conservan la biodiversidad de los ecosistemas costeros y marinos.
- **Corredores Ecológicos:** áreas que conectan diferentes áreas protegidas, facilitando el movimiento de especies y el mantenimiento de la diversidad genética.
- **Áreas Nacionales de Recreo:** Destinadas al esparcimiento y la recreación en un entorno natural.

El municipio de San Cristóbal cuenta con tres áreas protegidas:

6.1.7.1. Cuevas de Borbón o Pomier

Historia: el área protegida de las Cuevas de Borbón o Pomier fue creada mediante el Decreto Presidencial N° 295 de 1993. Anteriormente las cuevas incluidas en la unidad de conservación habían sido declaradas Monumento Nacional con la Ley 492 de 1969. Mediante el Decreto 233-96 el área protegida fue ampliada incluyéndole un segundo polígono donde se localizan varias cavernas y parte del cauce del río Nigua. Fue incorporada al SNAP con la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales 64-00; figura en la Ley Sectorial de Áreas Protegidas 202- 04 dentro de la Categoría III: Monumento Natural. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

Las Cuevas de Borbón fueron visitadas por primera vez por el Cónsul Británico Sir Robert Schomburgk en el año 1849, quien describió pinturas y grabados en las cuevas N° 1 y N° 4. Posteriormente, las cavernas fueron visitadas por diferentes investigadores dominicanos y extranjeros, pero no es hasta 1978 que se publica un trabajo científico de envergadura sobre las mismas. Los estudios fueron realizados por Dato Pagán Perdomo, remitiéndose exclusivamente a las cuevas N° 1, 2 y 3 y se publicaron en un excelente libro editado por el Museo del Hombre Dominicano titulado *“Nuevas Pictografías en la Isla de Santo Domingo. Las Cuevas de Borbón”*. Posteriormente, el área protegida ha sido objeto de diferentes estudios desde los puntos de vista espeleológicos y biológicos, siendo muy escasos los trabajos realizados en relación con el arte rupestre que se encuentra en el lugar. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

En el año 2003 se realizó una intervención en la cueva N° 1 con el fin de ponerla en uso público. Sin embargo, los trabajos alteraron importantes zonas arqueológicas dentro de la cueva sin realizar excavaciones con métodos arqueológicos, modificaron el relieve natural de la caverna y su morfología, incorporaron grandes planchas de hormigón en el suelo de las galerías y se construyeron escaleras y parapetos de bloques que alteraron

sustancialmente la caverna, modificando su equilibrio hídrico y térmico, lo que afectó y afecta de manera muy negativa a las pinturas presentes en la cavidad. Esta intervención fue rechazada por la totalidad del sector científico nacional e internacional.

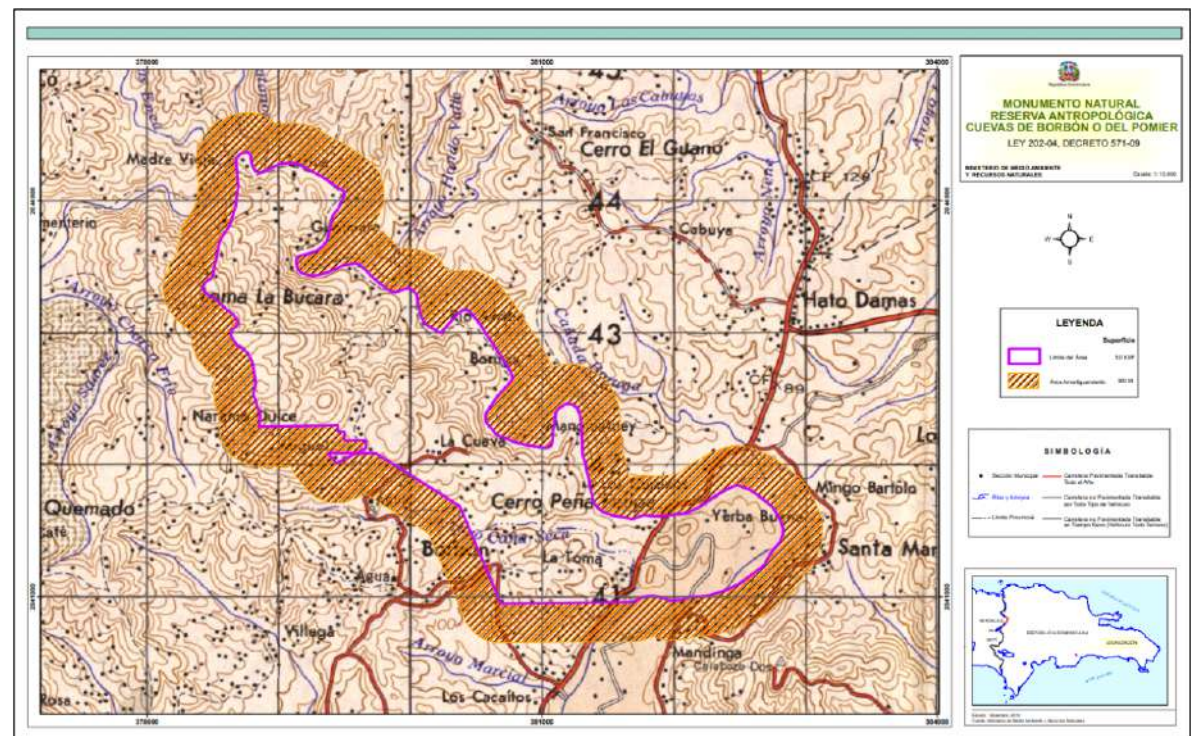
En la actualidad, las cavernas con arte rupestre que se localizan dentro del área protegida cuentan con escasa visitación turística, aunque la categoría de manejo del área protegida permite este tipo de actividad, aplicando las regulaciones correspondientes para garantizar la conservación del ecosistema, la integridad del arte rupestre y los restos arqueológicos y la seguridad de los visitantes que se internan en su interior. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

Descripción general: son cuevas calientes que son refugio importante para las especies endémicas de murciélagos de las Antillas, que en conjunto representan más del 60% de la fauna nativa de mamíferos de la región (Tejedor et al., 2005). Del total de especies registradas para la isla, al menos 16 utilizan las cuevas como refugio diurno (Núñez-Novas et al., 2014; 2016). El Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o del Pomier, es un área protegida que comprende un conjunto de 54 cuevas y está localizada en el paraje Pomier del municipio San Cristóbal de la provincia San Cristóbal (bosque húmedo subtropical). El último estudio realizado en la referida cueva registra 7 especies, siendo al menos 4 de ellas habitantes de cuevas calientes. En la cueva 4 se ha reportado cambios en la abundancia y composición de especies sugiriendo una posible migración. Este complejo de cuevas posee múltiples amenazas, destacándose la construcción de canteras en las áreas periféricas mediante la utilización de dinamita y explosivos para la extracción de

pedras calizas, la quema de los bosques periféricos para la siembra de verduras y la erosión, favorecida por las pronunciadas pendientes.

En la siguiente figura es posible observar la delimitación realizada de la reserva por el MMARN, que cuenta con 5.01 Km² y un área de amortiguamiento de 300 metros.

Figura 16 Reserva Antropológica



Fuente: MMARN, Ley 202 -04, Decreto 571-09.

La reserva cuenta con un Plan de Manejo que fue realizado en el año 2015, el marco del Proyecto de Reingeniería del Sistema Nacional de Áreas Protegidas a fin de Alcanzar la Sostenibilidad Financiera que es ejecutado por el MMARN, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Los objetivos de este Plan son los siguientes:

- Conservar en estado natural muestras representativas de los ecosistemas, especies y otros objetos de conservación, que incluyen:

Ecosistemas terrestres: Bosque húmedo secundario y las especies de flora y fauna asociadas, en especial las endémicas.

Ecosistemas fluviales: cauce del río Nigua y bosque ribereño o de galería y las especies de flora y fauna asociadas, en especial las endémicas.

Ecosistemas de cueva: Fauna cavernaria, haciendo especial mención de las especies de murciélagos y las especies de troglobios. Flora asociada a las zonas iluminadas de las cavernas y su fauna asociada.

Manantiales de agua dulce: Surgencia de La Toma y arroyo subterráneo de la cueva de Los Murciélagos, junto con la fauna y flora asociada a estos manantiales.

Arte rupestre: Pinturas, bajorelieves y petroglifos.

Restos arqueológicos: sitios arqueológicos diseminados y enterramientos de la cueva fúnebre.

Carst: Cavernas, abrigos, simas, dolinas, sumideros, lapiaces, surgencias, espeleotemas, etc.

- Proteger las cavernas.
- Conservar el arte rupestre de las cavernas.
- Conservar los recursos arqueológicos que se localizan en el área protegida.
- Proteger el cauce y las riberas de río Nigua.
- Conservar en estado silvestre los paisajes naturales de la zona.
- Mantener procesos ecológicos e incrementar los servicios ambientales.
- Brindar oportunidades para la educación, la recreación, la investigación y el monitoreo ambiental.
- Promover la participación pública en la gestión y conservación del área.
- Contribuir a mejorar los ingresos y las condiciones de vida de las comunidades mediante el desarrollo de servicios ecoturísticos y otras actividades compatibles.

El Artículo 14 de la Ley Sectorial de Áreas Protegidas, establece que para la Categoría III, correspondiente a Monumento Natural, los objetivos de manejo son: *“preservar y proteger elementos naturales específicos de importancia por sus componentes bióticos, estéticos y culturales, por su función como hábitats para la reproducción de especies, y por el potencial de los beneficios económicos que puedan derivarse de las actividades turísticas en estas áreas”*.

Agrega a continuación: *“Los usos permitidos en esta categoría incluyen: investigación científica, educación, recreación, turismo de naturaleza o ecoturismo, infraestructuras de recreo, protección e investigación,*

infraestructuras para uso público y ecoturismo con las características específicas definidas por su plan de manejo y autorizadas por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como los usos y actividades tradicionales, de acuerdo al plan de manejo y la zonificación”.

Relación entre el Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o del Pomier y la comunidad.

De manera positiva las personas en general consideran que el área protegida está beneficiando a las comunidades, pudiendo mejorar para lograr mayor nivel de satisfacción en la población. Entre los beneficios resaltan que parte de la población está formada como guías turísticos, esto los coloca en posibilidad de generar recursos económicos, promover y conservar los recursos culturales de que dispone el Monumento Natural Cuevas de Borbón o del Pomier. Las comunidades que se encuentran dentro del área protegida han sido y siguen siendo los primeros conservadores de la zona. Existe la percepción de que es de mucho valor para la República Dominicana que se conserve el Monumento para las propias comunidades y para el país. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

Presiones y amenazas a los Objetos de Conservación

Las principales presiones y amenazas actuales sobre el Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o Pomier son las siguientes:

Presiones y amenazas con relación a la tenencia y uso de la tierra

En el área protegida existen numerosos conflictos relativos al uso de la tierra, pues hay propietarios históricos y ocupantes con derechos que desarrollan su trabajo en las propiedades que tienen dentro de la unidad de conservación. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

- Propietarios con títulos, en proceso o con actos de venta.
- Asentamientos humanos dentro del área protegida.

- Actividad minera dentro de los 300 metros de la zona de amortiguamiento.
- áreas antropizadas dentro del área protegida.
- Limitaciones al uso minero, agrícola, ganadero y de construcción de viviendas.
- Imposibilidad de vender o utilizar terrenos privados dentro del área protegida.

Presiones y amenazas en relación con el conocimiento del área protegida y su importancia

El área protegida es en general una gran desconocida para la población. Esta situación agudiza el resto de los problemas que tiene la unidad de conservación. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

- Escaso conocimiento sobre su importancia cultural y natural.
- Escaso conocimiento sobre los límites.
- Escaso conocimiento sobre la ubicación de las cavernas y su importancia.

Incidencia de usos no compatibles con los objetivos del área protegida

El área protegida es una zona donde existen asentamientos humanos y un área recreacional que incluso se encuentra dentro de sus límites. Por otra parte, hay varias explotaciones mineras que operan a su alrededor e incluso dentro de su zona de amortiguamiento. Esta situación multiplica los casos en los que las actividades humanas se realizan dentro de la unidad de conservación. MMARN, FMAM, PNUD (2015)

- Minería empresarial.

- Minería artesanal comunitaria.
- Agricultura.
- Crianza de chivos, vacas y cerdos.
- Vertederos dentro del área protegida o en la zona de amortiguamiento.
- Balneario de La Toma manejado sin los criterios correspondientes a un área protegida.
- La ruta de entrada al área protegida atraviesa el área minera creando situación de peligro potencial para los visitantes y una mala impresión del visitante.

Prácticas ilegales o prohibidas

La cercanía del área protegida a las zonas habitadas, incluso dentro de la unidad de conservación y la abundancia de biodiversidad que se encuentra dentro de la misma la hace foco de prácticas antrópicas que no son compatibles con la legislación ambiental vigente. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

- Cacería ocasional.
- Extracción de madera ocasional.
- Extracción de material arqueológico.
- Concesiones mineras dentro del área protegida.
- Extracción de materiales en el cauce del río Nigua dentro del área protegida.
- Extracción de murcielaguina.

- Minería artesanal intermitente.

Medios de vida comunitarios

La zona donde se encuentra el área protegida es un lugar deprimido económicamente que adolece de graves problemas sociales originados por la falta de recursos económicos de la población. MMARN, FMAM, PNUD (2015).

- Falta de empleo.
- Falta de recursos para pequeños negocios de servicios a turistas.
- Bajos niveles de participación comunitaria en el ecoturismo.

Servicios básicos deficientes

La pobreza en la zona donde se encuentra el área protegida incide directamente en la falta de servicios básicos.

- Acueducto deficiente.
- Mal estado de caminos.
- Falta de seguridad ciudadana.
- Falta de instalaciones deportivas y recreativas para jóvenes y niños.

Debilidades de la gestión del área protegida

Lo extenso de las áreas protegidas que están bajo la jurisdicción del MMARN y la falta de recursos, impide que el área protegida cuente con una serie de servicios de personal y planta física. MARN, FMAM, PNUD (2015)

- Falta de Planes Operativos en consonancia con el Plan de Manejo

existente.

- Falta de bornes que identifiquen los límites del área protegida.
- Ausencia de un mecanismo de participación comunitaria en la gestión.
- Escasez de centros de vigilancia.
- Escasez de senderos ecoturísticos.
- Escasa señalización dentro del área protegida, en el entorno y en las carreteras de acceso a la misma.
- Caminos y carreteras en mal estado.
- Personal insuficiente.
- Falta de uniformes y equipamiento.
- Falta un programa de capacitación al personal sobre los recursos naturales y culturales del área protegida.
- Falta de normas de manejo de la zona de amortiguamiento.
- Afectación del paisaje por la actividad minera.
- Explosiones que pueden dañar elementos naturales importantes, niveles freáticos y perturban el ambiente y la biodiversidad.
- Polvo, ruidos y desechos líquidos procedentes de las actividades mineras que afectan negativamente a los ecosistemas del área protegida y a las personas.
- Falta de reconocimiento de UNESCO como Patrimonio Mundial.

Financiamiento insuficiente

Las carencias de financiación que tiene el MMARN repercuten directamente en la inversión necesaria para contar con todas las facilidades que serían deseables en el área protegida.

- Exceso de centralización.
- Generación de recursos propios insuficientes.
- Escaso desarrollo del ecoturismo.
- Falta de conocimiento y habilidad del personal en la elaboración del presupuesto y gestión de recursos internos.

Presiones y amenazas sobre los objetos de conservación-histórico-culturales

El patrimonio cultural del Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o Pomier se encuentra en buen estado de conservación. El hecho de localizarse dentro de un área protegida le ha dotado de una protección especial. A pesar de ello, existen problemas y amenazas que debemos afrontar para minimizar los efectos negativos que puedan tener sobre los recursos culturales del área protegida.

- Saqueadores ocasionales o profesionales de sitios arqueológicos que destruyen los estratos arqueológicos en busca de piezas prehispánicas para su comercialización.
- Grafiti en las cuevas y abrigos.
- Daños directos al arte rupestre.

- Destrucción de elementos naturales en las cuevas.
- Proceso de deterioro del Arte Rupestre de la cueva Nº1 de Pomier por alteración de las condiciones naturales en el proceso de puesta en usos público.
- Carencia de vigilancia adecuada para controlar el acceso de visitantes.

6.1.7.2. Corredor Ecológico Autopista Seis de Noviembre

La Ley 174-09, que adiciona al Artículo 37 de la Ley Sectorial de Áreas Protegidas No.202-04, en la Categoría VI: “Paisajes Protegidos”, crea una nueva clasificación que corresponde a la Clasificación “C Corredor Ecológico”, incluyendo dentro de esta a la Autopista Duarte, Autopista Juan Bosch y Autopista 6 de noviembre.

“a) El Sistema de Corredores Ecológicos de Las Autopistas Duarte, Autopista 6 de Noviembre y de la Autopista Juan Bosch de la República Dominicana cubrirá una franja de cuarenta (40) metros de ancho a ambos lados de la vía, contados a partir del borde superior del talud de los cortes y de la base del talud de los rellenos, así como las zonas divisorias, isletas de separación intravial, áreas verdes conexas y zonas de amortiguamiento.

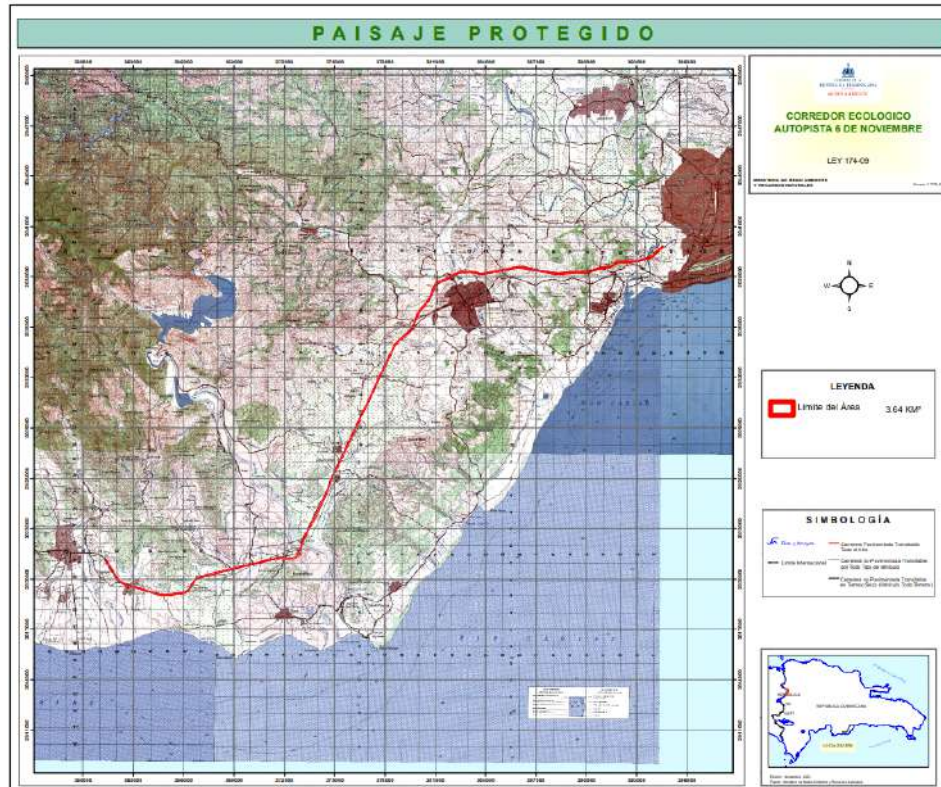
b) En los casos donde el terreno colindante a las autopistas sea propiedad del Estado, dicha franja podrá aumentarse hasta 500 metros mediante resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.”

El objetivo primordial de este corredor ecológico es mantener la conectividad ecológica entre diferentes áreas naturales que podrían verse fragmentadas por la presencia de la autopista. Esto es crucial para:

- Facilitar el movimiento de la fauna: permite que los animales se desplacen entre hábitats para buscar alimento, pareja o nuevas áreas de distribución, evitando el aislamiento de poblaciones.
- Conservar la diversidad genética: al permitir el flujo de individuos entre poblaciones, se reduce el riesgo de endogamia y se mantiene una mayor variabilidad genética dentro de las especies.
- Proteger la vegetación nativa: la franja de vegetación a lo largo de la autopista puede servir como refugio y fuente de alimento para diversas especies, además de ayudar a estabilizar el suelo y prevenir la erosión.
- Mitigar el impacto de la autopista: actúa como una barrera natural que puede ayudar a reducir el ruido, la contaminación visual y otros impactos negativos asociados con la infraestructura vial.

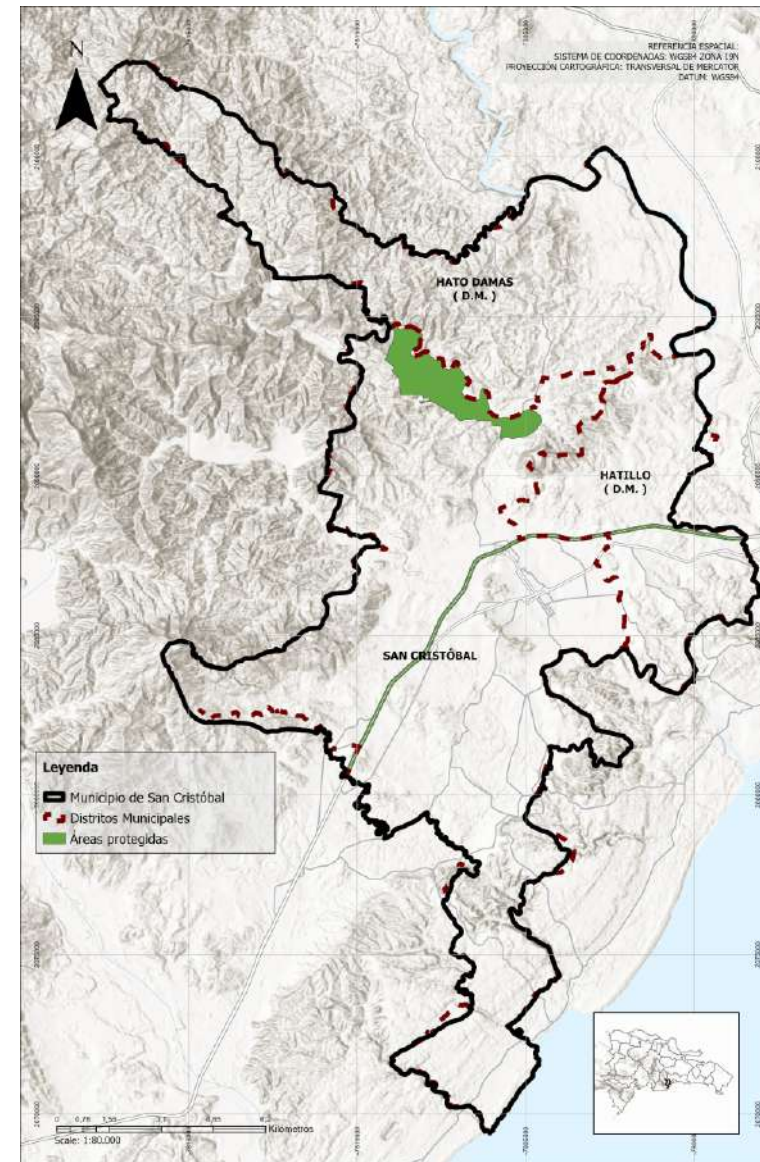


almomento.net

Figura 17 Paisaje Protegido

Fuente: MMARN, Ley 174-09.

En la siguiente figura es posible observar la ubicación de las áreas protegidas del municipio de San Cristóbal:

Ilustración 25 Áreas Protegidas Municipio de San Cristóbal.

Fuente: Elaboración Propia

6.1.7.3. Franja Marítimo Terrestre

La Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (No. 64 – 00) establece directrices para el ordenamiento de los recursos costeros y marinos. Determina que el Estado Dominicano asegurará la protección de los espacios que comprenden los bienes de dominio público marítimo terrestre o costas (Artículo 146). Estos bienes están contemplados en una franja marítimo terrestre de 60 mts de ancho que se encuentra protegida. En el municipio de San Cristóbal esta franja se encuentra al sur del municipio, en un frente de cerca 3 km que tiene el municipio de costa.

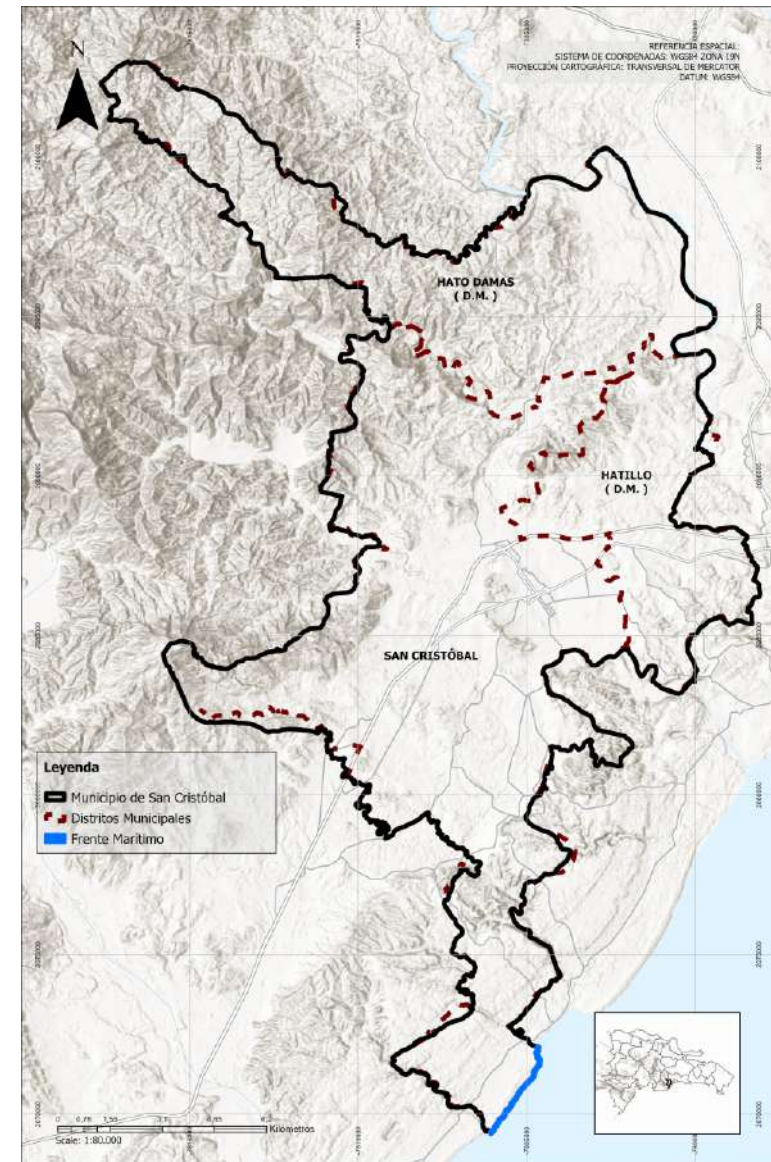
6.1.8. Biodiversidad

La biodiversidad en el municipio de San Cristóbal, al igual que en el resto de la República Dominicana, es **significativa** debido a su ubicación en el hotspot de biodiversidad de las Islas del Caribe que se caracteriza por un alto número de especies endémicas y una gran diversidad de ecosistemas.

A pesar de la riqueza biológica general del país, la información específica y detallada sobre la biodiversidad dentro de los límites exactos del municipio de San Cristóbal es muy limitada en fuentes directas. Sin embargo, fue posible inferir algunos aspectos importantes considerando las características geográficas y los ecosistemas presentes en la zona y sus alrededores.

En el “*Plan de Manejo del Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o Pomier 2015-2020*” que fue elaborado en el marco del Proyecto de Reingeniería del Sistema Nacional de Áreas Protegidas a fin de Alcanzar la Sostenibilidad Financiera que es ejecutado por el MMARN, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se describen los ecosistemas, flora y fauna existentes en el territorio, los cuales se retoman en el presente documento de diagnóstico, pues no fue posible encontrar esta información correspondiente a todo el territorio municipal.

Ilustración 26 Frente marítimo terrestre. Municipio de San Cristóbal



Fuente: Elaboración Propia

La bibliografía referencia cinco ecosistemas, los cuales se desarrollan sobre la litología cárstica que se localiza en la zona. La vegetación crece sobre suelos de origen marino de agua poco profunda, en algunas áreas pedregosas y en las dolinas, donde en su fondo existen depósitos de humus.

- Bosque húmedo secundario
- Bosques ribereños
- Potreros o Pastizales
- Cultivos
- Cavernas

A continuación, se presenta la estructura y composición de los objetos de conservación y los ecosistemas principales.

6.1.8.1. Ecosistemas

Bosque húmedo secundario. Este bosque ha sido muy alterado, principalmente por actividades mineras y agrícolas. Se desarrolla sobre suelos de origen marino poco profundo y pedregoso en algunas áreas, se encuentra también entre dolinas con partículas de humus en el primer horizonte. Este tipo de bosque domina las áreas adyacentes a las cuevas y en algunas partes tiene una buena regeneración, sin embargo, donde se observa regeneración solo quedan relictos muy reducidos de la vegetación original con plantas de hasta doce metros de altura.

En el bosque secundario se diferencian claramente los estratos arbóreo y arbustivo diferenciándose bien las Eugenias con una gran cobertura debajo de los árboles. Entre las plantas arbóreas que se destacan están el almacigo (Burcesa simaruba), caoba (Swetenia mahagoni), capa de sabana (Petitia

domingensis) y cedro (Cedrela odorata).

El estrato arbustivo se destaca porque las especies de plantas son de menor tamaño alcanzando de tres a cinco metros. Entre las especies más comunes se encuentran el buzunuco (Hamelia patens) y la cabrita simarrona (Schafferia frutescens). También se destaca el grupo de las trepadoras que se desarrollan sobre algunos arbustos y áreas abiertas. Las especies más comunes son el jazmín (Jasminun fluminensis) y el pega palo (Macfadyena unguis-cati) que esta siempre pegado a los palos.

Bosque ribereño. Los suelos donde se desarrolla el bosque ribereño son aluviales y los árboles son de gran tamaño, pudiendo alcanzar hasta los veinticinco metros. Se destacan algunas especies, tales como la guama (Inga vera), mara (Calophyllon calaba), cabirma (Carapa guianensis), entre otras.

El estrato arbóreo está compuesto por las siguientes especies: guama (Inga vera), mara (Calophyllon calaba), cabirma (Carapa guianensis), amacey (Tetragastris balsamifera), cabirma (Guarea guidonea), guama (inga vera), ceiba (Ceiba pentandra), samán (Samanea saman), jabilla (Hura crepitans), mango (Mangifera indica); alrededor, la más común es el laurel de la india (Ficus microcarpa) de hasta veinticinco metros de altura. Los arbustos son muy abundantes en la ribera de este río, los cuales forman una gran cobertura; entre las especies más frecuentes y comunes en los diferentes lugares se hallan estas: rompezaragüey (Eupatorium odoratum), guayuyo (Piper aduncum), pringamosa (Urera baccifera), cadillo de burro (Urena lobata), buzunuco o coralito (Hamelia patens), mala mujer (Cordia polycephala), guayaba (Psidium guajava) y tabacón (Solanum rugosum).

Entre las herbáceas hay numerosos helechos, siendo el más común el camarón (Nephrolepis multiflora).

Potreros o pastizales. Las gramíneas más comunes son la yerba de guinea (Panicum maximum) que es la gramínea más distribuida. Aunque en menor

escala también se encuentra el pasto denominado yaraguá o gordura (*Melinis minutiflora*). Se pueden encontrar también espacios cultivados que es usada para el ganado bovino. Entre los potreros crecen también algunas *Cyperáceas*, como el coquillo (*Cyperus rotundus*).

También, se encuentran árboles dispersos en los pastizales, entre ellos, nativos como la penda (*Citharexylum fruticosum*), higo cimarrón (*Ficus trigonata*), palo santo (*Myrsine coriacea*), guama (*Inga vera*), lino criollo o leucaena (*Leucaena leucocephala*), memiso de paloma (*Trema micrantha*) entre otros.

Los arbustos son muy abundantes en estos potreros o pastizales. Entre las especies más frecuentes y comunes en los diferentes lugares se hallan: rompezaragüey (*Eupatorium odoratum*), guayuyo (*Piper aduncuma*), cadillo de burro (*Urena lobata*), buzunuco o coralito (*Hamelia patens*), mala mujer (*Cordia polycephala*).

Cultivos. Los cultivos más importantes en la zona se localizan en la parte este, siendo las plantas más cultivadas el maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*), guandul (*Cajanus cajan*), Pero también, se hallan otros rubros menores, como guandules (*Cajanus cajan*), plátano (*Musa paradisiaca*), batata (*Ipomoea batatas*) y otros.

6.1.8.2. Flora

Se han registrado 234 especies de plantas vasculares distribuidas en 192 géneros dentro de 81 familias. Atendiendo a su estatus biogeográfica tenemos que, del total de las especies: 191 son nativas, 10 son endémicas de la isla Española, 15 son introducidas y 14 son naturalizadas, incluyendo las *Pteridophytas* (helechos). De acuerdo con su forma de vida tenemos que: 72 son árboles, 52 arbustos, 70 herbáceas, 29 lianas y 4 estípites. Las especies mencionadas no representan la flora total del parque, sin embargo, son una muestra representativa de la flora del lugar. Las familias con mayor número de

individuos en esta zona son: *Myrtaceae*, *Bignoniaceae*, *Meliaceae*, *Burseraceae*, *Anonaceae*.

Plantas Amenazadas

En el área se reportan 12 especies de plantas amenazadas, que pertenecen a nueve (9) familias. Por su estatus biogeográfico, se distribuyen de la siguiente manera: cinco (5) son endémicas, seis (6) nativas y una (1) naturalizada. De las cuales, cuatro (4) se encuentran reguladas por la Convención CITES, en los Apéndices I y II.

Tabla 15 Flora presente

Nombre Científico	Nombre Común	Estatus	Categorías De Amenaza
<i>Roystonea hispaniolana</i>	Palma real	Endémica	VU
<i>Mammea americana</i>	Mamey	Nativa	EP
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Nativa	PC, CITES
<i>Sabal domingensis</i>	Palma cana	Endémica	EP
<i>Acrocomia quisqueyana</i>	Corozo	Endémica	PC
<i>Swietenia mahagoni</i>	Caoba	Nativa	VU, CITES
<i>Mimosa domingensis</i>	Zarza	Endémica	VU
<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea africana	Naturalizada	VU, CITES
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Nativa	EP
<i>Zamia pumila</i>	Guayiga	Nativa	VU, CITES
<i>Eugenia domingensis</i>	Guázara	Nativa	VU
<i>Coccoloba ceibensis</i>	Uva cimarrona	Endémica	VU

Categoría de amenaza (CE): VU-Vulnerable, EP- En Peligro, PC- Peligro Crítico

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

6.1.8.3. Fauna

Para la descripción de la fauna terrestre se sigue aquí el estudio de Evaluación Ecológica Rápida (MMARN, 2014), anotaciones personales y bibliografía consultada. La relación de especies por grupos estudiados se presenta en cuadro aparte.

Tabla 16 Fauna presente

Especies de fauna terrestre reportadas para el Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón. Datos provenientes de inventario MMARN, 2013			
Grupo Taxonómico	No. Especies	Grupo Taxonómico	No. Especies
Anfibios	6	Reptiles	15
Aves	25	Mamíferos	8

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

Herpetofauna

Anfibios: Dentro del Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón, se han registrado un total de 6 especies equivalentes al 14% de las 44 especies conocidas de la República Dominicana, SEMARENA (2010). Sin embargo, según fuentes consultadas, para la provincia de San Cristóbal, se han identificado 10 especies de este grupo. Dichas especies pertenecen al orden Anura y a las familias Bufonidae, Eleutherodactylidae e Hylidae. En lo referente al endemismo en el Monumento de las seis especies reportadas, cinco son endémicas la isla La Española, y equivale al 12%, de los 41 taxones conocidos para la República Dominicana, SEMARENA (2010).

El maco pempem (*Rhinella marina*) especies de anfibios introducido ha sido reportado. Dicho anfibio conforma la Lista Preliminar de Especies Invasoras de Fauna que Amenazan la República Dominicana (en Base de Datos I3N). Además, ésta figura en el Listado de Las 100 Especies Más Invasoras en el Mundo, UICN (2004).

Tabla 17 Lista de Anfibios

Clase/Orden /Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Status	Distribución Biogeográfica
Amphibia/Anura				
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Macó pempem	I	t-am
Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus abbotti</i>	Calcalí	E	t-am
Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus flavescens</i>	Rana amarilla de dedos hendidos	E	rd-am
Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus inoptatus</i>	Rana gigante de La Española	E	t-am
Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus weinlandi</i>	Rana de rabadilla roja de la hojarasca	E	t-am
Hylidae	<i>Osteopilus dominicensis</i>	Rana reidora de La Española	E	t-am

Simbología: E=Estatus; I=Introducidas; E=Endémicas; DB=Distribución Biogeográfica; rd-am= República Dominicana-amplia; t-am= Toda la Isla Amplia.

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

De las especies de anfibios encontradas en el citado Monumento, *Eleutherodactylus flavescens* está en categoría de Casi Amenazada (NT); mientras que, *Eleutherodactylus inoptatus*, *Eleutherodactylus weinlandi* y *Osteopilus dominicensis*, están en Preocupación Menor (LC), según Lista Roja de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2014). No obstante, de las especies registradas por diferentes autores, siete (7) están en distintas categorías de amenazas, establecidas tanto por el organismo ya mencionado como por el MMARN (2014).

Tabla 18 Anfibios amenazados (UICN 2014)

Grupo/Especie	Nombre Común	UICN	CITES
Anfibios			
<i>Eleutherodactylus flavescens</i>		NT	
<i>Eleutherodactylus abbotti</i>	Calcali	LC	
<i>Eleutherodactylus inoptatus</i>	Rana gigante de La Española	LC	
<i>Eleutherodactylus weinlandi</i>	Rana de rabadilla roja de la hojarasca	LC	
<i>Osteopilus dominicensis</i>	Rana reidora de La Española	LC	

Categoría de amenaza (CE): NT- Casi amenazado – LC Preocupación Menor

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

Es oportuno señalar que, todas las especies de anfibios están protegidas en el ámbito nacional, mediante la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00), salvo aquellas que ocasionen daños a otras especies de la vida silvestre o estén catalogadas como potencialmente invasoras. Además, a través de convenios y tratados internacionales suscritos por el Estado Dominicano, como son: Diversidad Biológica y Ramsar, entre otros.

Reptiles: En el Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón se reporta la presencia de 9 especies de reptiles, 5 taxones nombrados por

miembros de este Ministerio y habitantes de las comunidades periféricas al citado Monumento, sumando en total 14 especies; equivalentes al 13% de las 110 especies conocidas para la República Dominicana, SEMARENA (2010). Sin embargo, en trabajos realizados por diferentes autores para la referida provincia se citan 21 especies.

Estas pertenecen al Orden Squamata y a las familias Anguidae, Dactyloidae, Gekkonidae, Leiocephalidae, Sphaerodactylidae, Teiidae, Boidae, Dipsadidae y Tropidophiidae. De las 14 especies de reptiles presentes en el mencionado Monumento, dos (2) son nativas de la isla La Española, una (1) introducida y 11 endémicas; equivalentes al 10% de los 105 taxones descritos para la República Dominicana, SEMARENA (2010).



listindiario.com

Tabla 19 Especies de reptiles.

Clase/Orden/Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Status	Distribución Biogeográfica
Anguidae	<i>Celestus costatus</i>	Lucía listada de La Hispaniola	E	t - am
Dactyloidae	<i>Anolis baleatus</i>	Anolis gigante dominicano	E	r - am
Dactyloidae	<i>Anolis chlorocyanus</i>	Anolis verdedel norte	E	t - am
Dactyloidae	<i>Anolis cyanostictus</i>	Anolis robusto de La Hispaniola	E	t - am
Dactyloidae	<i>Anolis distichus</i>	Anolis grácil de La Hispaniola	N	t - am
Dactyloidae	<i>Anolis semilineatus</i>	Anolis de la hiedra de La Hispaniola	E	t - am
Dactyloidae	<i>Anolis olssoni</i>	Anolis de la hiedra del desierto	E	t - am
Gekkonidae	<i>Hemidactylus haitianus</i>	Gecko casero común	N	t - am
Leiocephalidae	<i>Leiocephalus personatus</i>	Lerocio con máscara de Coralra	E	t - am
Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus difficilis</i>	Esferodáctilo con ocelos de La Hispaniola	E	r - am
Teiidae	<i>Ameiva chrysoleama</i>	Ameiva gigante de La Hispaniola	E	t - am
Boidae	<i>Epicrates striatus</i>	Boa de La Hispaniola	N	t - am

Simbología: E=Estatus I=Introducidas; E=Endémicas; DB=Distribución Biogeográfica:
 t-am=Toda la Isla Amplia; t-r=Toda la Isla restringida;
 rd-am=Republica Dominicana Amplia; rd-r=Republica Dominicana restringida.

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

Con respecto a las especies de categoría en peligro por La Unión Para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la lista nacional de especies en peligro en el Monumento, 3 especies figuran en diferentes categorías de amenaza de la Lista Roja de la UICN (2014), como son: anolis de la hierba de La Española (*Anolis semilineatus*), esferodactilo con ocelos de La Hispaniola (*Sphaerodactylus difficilis*) y la ameiva gigante de La Española (*Ameiva chrysoleama*). Todas en Preocupación Menor (LC). Mientras que, según la Lista Roja de Animales (MMARN, 2011), solo el anolis gigante dominicano (*Anolis baleatus*) está En Peligro (EP). Además 2 están reguladas por la Convención CITES, en el Apéndice II y corresponden a la boa de La Hispaniola (*Epicrates striatus*) y la trope de La Española (*Tropidophis haetianus*).

Tabla 20 Especies de categoría en peligro.

Grupo/Especie	Nombre Común	UICN	CITES
Reptiles			
<i>Anolis olssoni</i>	Anolis de la hierba del desierto	LC	
<i>Anolis semilineatus</i>	Anolis de la hierba de La Hispaniola	LC	
<i>Ameiva chrysoleama</i>	Ameiva gigante de La Hispaniola	LC	
<i>Tropidophis haetianus</i>	Trope de La Hispaniola		AP. III
<i>Epicrates striatus</i>	Boa de La Hispaniola		AP. III

Categoría de amenaza (CE): NT- Casi amenazado –
 LC Preocupación Menor

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

Aves: Estudios del área identifican 24 especies de aves, pertenecientes a 15 familias y 8 órdenes, de las cuales 10 son residentes, 6 endémicas, 1 colonizadora, 1 introducidas y 6 especies migratorias. De ese total de especies se incluyen los reportes provenientes de otra fuente de información, de SOH Conservación y del MMARN.

Tabla 21 Especies de aves.

Nombre Científico	Nombre Común	Status
GALLIFORMES: PHASIANIDAE: Numidinae		
<i>Numida meleagris</i>	Guinea	I
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	R
FALCONIFORMES: CATHARTIDAE		
<i>Cathartes aura</i>	Aura Tiñosa	R
COLUMBIFORMES: COLUMBIDA		
<i>Columbina passerina</i>	Rolita	R
<i>Zenaida asiática</i>	Tórtola Aliblanca	R
<i>Zenaida macroura</i>	Tórtola Rabiche	R
CUCULIFORMES: CUCULIDAE: Cuculinae		
<i>Coccyzus longirostris</i>	Pájaro Bobo	E
CUCULIFORMES: CUCULIDAE: Crotophaginae		
<i>Crotophaga ani</i>	Judío	R
STRIGIFORMES: TYTONIDAE		
<i>Crotophaga ani</i>	Judío	R
STRIGIFORMES: TYTONIDAE		
<i>Tyto glaucops</i>	Lechuza cara ceniza	E
APODIFORMES: TROCHILIDAE: Trochilinae		
<i>Anthracothorax dominicus</i>	Zumbador Grande	R
<i>Mellisuga minima</i>	Zumbadorcito	R

CORACIIFORMES: TODIDAE		
<i>Todus subulatus</i>	Barrancolí	M
PICIFORMES: PICIDAE: PICUMNINAE		
<i>Melanerpes striatus</i>	Carpintero	E
PASSERIFORMES: MIMIDAE		
<i>Mimus polyglottos</i>	Ruiseñor	R
PASSERIFORMES: DULIDAE		
<i>Dulus dominicus</i>	Cigua Palmera	E
PASSERIFORMES: COEREBIDAE		
<i>Coereba flaveola</i>	Cigüita Común	R
PASSERIFORMES: THRAUPIDAE		
<i>Parkesia aurocapillus</i>	Ciguita saltarina	M
<i>Setophaga ruticilla</i>	Bijirita	M
<i>Setophaga discolor</i>	Ciguita de los prados	M
<i>Mniotilta varia</i>	Pega palo	M
<i>Geothlypis trichas</i>	Ciguita enmascarada	M
PASSERIFORMES: PLOCEIDAE: Ploceinae		
<i>Ploceus cucullatus</i>	Madam Sagá	I
PASSERIFORMES: TURDIDAE		
<i>Catharus minimu</i>	Zorzal	M
<i>Turdus plumbeus</i>	Chúa-Chúa	R
8 ORDENES, 15 FAMILIAS		
Total: 25 especies		
Código		
R-Residente	E-Endémica	
M-Migratoria	I-Introducida	

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

Especies de aves amenazadas y protegidas: No se registró ninguna especie bajo estas categorías, de acuerdo a la reciente publicación de la Lista de Especies En Peligro de Extinción, Amenazadas o Protegidas de la República Dominicana, Lista Roja (MMARN, 2011).

Mastofauna: El grupo más importante de mamíferos representado en el Monumento son los quirópteros cuyas poblaciones se encuentran estables, pero mayores estudios se deben hacer por el impacto que tiene la visitación a las cavernas. Los murciélagos son los objetos de conservación más importante. Se han reportado siete especies de murciélagos insectívoros, insectívora- polinívoro y frugívoros.

También entre la fauna introducida se han reportado el hurón (*Herpestes javanicus*), la rata negra (*Rattus rattus*) y el ratón de campo (*Mus musculus*).

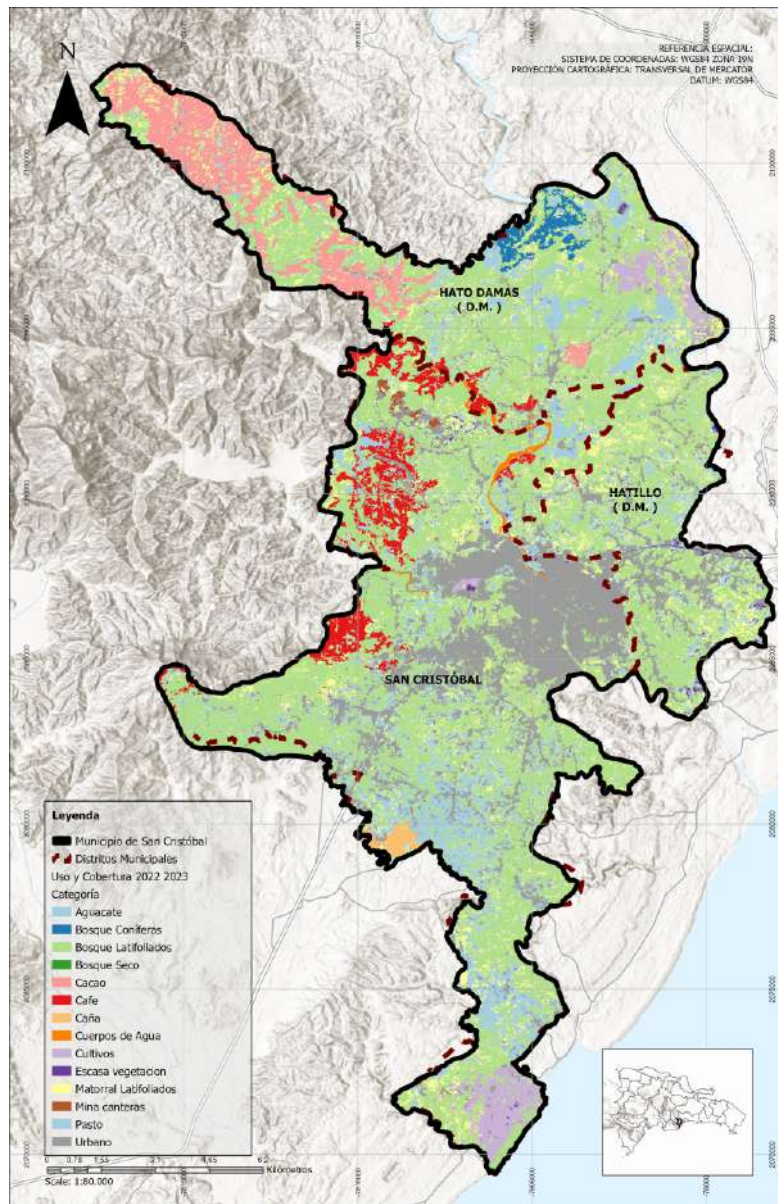
6.1.9. Uso y Cobertura de la Tierra

La "Cobertura" de la tierra, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra (FAO, 2005), en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua (IDEAM, 2012). De otra parte, el término "Uso" implica la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano, para Janssen (2000), el uso se relaciona con las actividades humanas o las funciones económicas de una porción específica de la Tierra (como el uso urbano o industrial, de reserva natural, etc). (IDEAM, 2012).

Tabla 22 Mamíferos.

Lista de Mamíferos		
Nombre científico	Nombre común	Estatus
<i>Herpestes javanicus</i>	Hurón	Introducido
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Introducido
<i>Mus musculus</i>	Ratón de campo	Introducido
<i>Phyllostomatidae</i>		
<i>Macrotus waterhoussii</i>	Murciélago orejudo	Nativa
<i>Monophylus redmani</i>	Murciélago come polen	Nativa
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	Nativa
<i>Erophylla bombifrons</i>	Murciélago de San Cristóbal	Nativa
<i>Phyllonycteris poeyi</i>	Murciélago de las flores	Nativa
<i>Vespertilionidae</i>		
<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago marrón	Nativa
<i>Molossidae</i>		
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago guanero	Nativa

Fuente: MMARN, FMAM, PNUD (2015)

Ilustración 27 Uso y cobertura del suelo

Fuente: MMARN, 2023.

1. Uso Actual del Suelo

El municipio de San Cristóbal presenta un uso del suelo altamente diversificado, producto de un desarrollo urbano acelerado y en muchos casos desorganizado. Las zonas más urbanizadas, como San Cristóbal cabecera, concentran la mayor parte de la infraestructura residencial, comercial e institucional, configurando un paisaje densamente construido que se expande hacia las periferias sin una planificación territorial formal (PNUD & Banco Mundial, 2021).

En las zonas periurbanas, especialmente hacia Hato Damas y Hatillo, predominan los usos agropecuarios, con cultivos de ciclo corto como maíz, yuca, plátano y vegetales, así como prácticas de ganadería extensiva y de subsistencia. Sin embargo, estos suelos agrícolas están siendo progresivamente ocupados por urbanizaciones formales e informales, muchas de ellas sin regulación ambiental ni infraestructura básica, lo cual representa una amenaza tanto para la producción agroalimentaria como para la sostenibilidad ambiental del territorio (SGN, 2020).

En la zona costera del municipio, se identifican enclaves industriales como los del área de Nigua, donde el uso del suelo está orientado a actividades manufactureras, logísticas y de servicios, lo cual ha transformado significativamente el paisaje natural. Estas áreas también incluyen instalaciones portuarias menores y zonas de procesamiento de alimentos, con presencia de industrias químicas y metalúrgicas que generan presión ambiental sobre cuerpos de agua y suelos contiguos (MIMARENA, 2019).

El análisis de las coberturas terrestres apoya la gestión y la toma de decisiones de los encargados de administrar el territorio ya que permite evaluar el estado ambiental de dichas coberturas y las dinámicas territoriales que se presentan y sirve como insumo para la elaboración de productos necesarios para el ordenamiento ambiental como son los mapas de riesgo y los mapas de conflictos de uso de suelo, entre otros.

Para el municipio de San Cristóbal se observa que las coberturas vegetales dominantes son los bosques latifoliados (44.31%), seguidos de las áreas urbanas (15.13%), pastos (14.53%) y matorrales latifoliados (10.98%).

Tabla 23 Cuantificación de las coberturas del municipio.

Categoría	Área (Has)	%
Bosque Latifoliados	9,363.126	44.11
Bosque Coníferas	181.445	0.85
Bosque Seco	0.002	0.00
Pasto	068.0574	14.45
Cuerpos de Agua	185.296	0.87
Urbano	3,3210.845	15.13
Cacao	1,066.058	5.02
Café	682.593	3.22
Aguacate	347.362	1.64
Caña	73.735	0.35
Matorral Latifoliados	2,399.055	11.30
Cultivos	539.794	2.54
Escasa vegetación	77.739	0.37
Mina canteras	33.132	0.16

Fuente: Elaboración propia

6.1.9.1. Conflicto de uso del suelo

El conflicto de uso del suelo se ha realizado mediante la sobreposición cartográfica de los mapas de uso actual y uso potencial que para este caso se toma como la capacidad de uso que fue espacializada en las clases agrologicas presentes en el territorio, donde se han clasificado los conflictos de la siguiente manera:

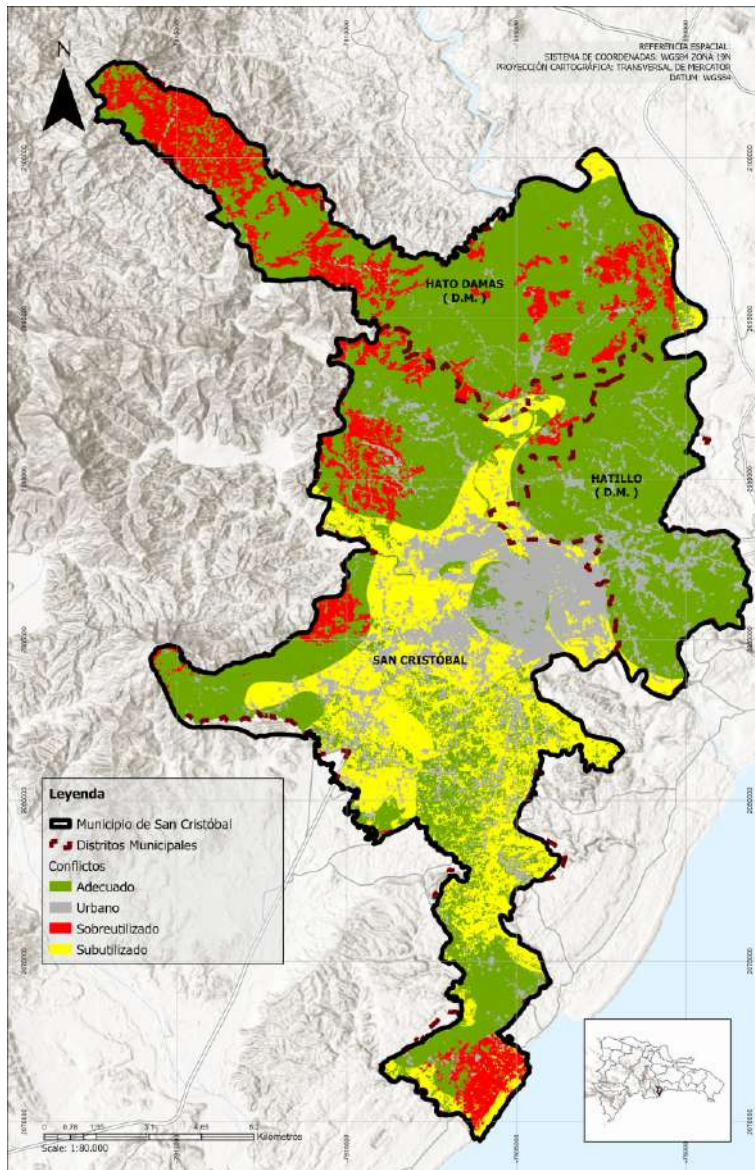
- Adecuado: sin conflicto, que corresponden a las áreas en las cuales los usos actuales son compatibles con el uso potencial.
- Subutilización: conflicto de uso del suelo donde las actividades desarrolladas en el suelo no aprovechan la capacidad del suelo.
- Sobreutilización: conflicto de uso del suelo, donde las actividades desarrolladas superan la capacidad del suelo, de modo que degrada el recurso.

En la siguiente ilustración es posible observar el resultado de los cruces realizados para determinar el mapa de conflictos de uso:



fotopaíses.com

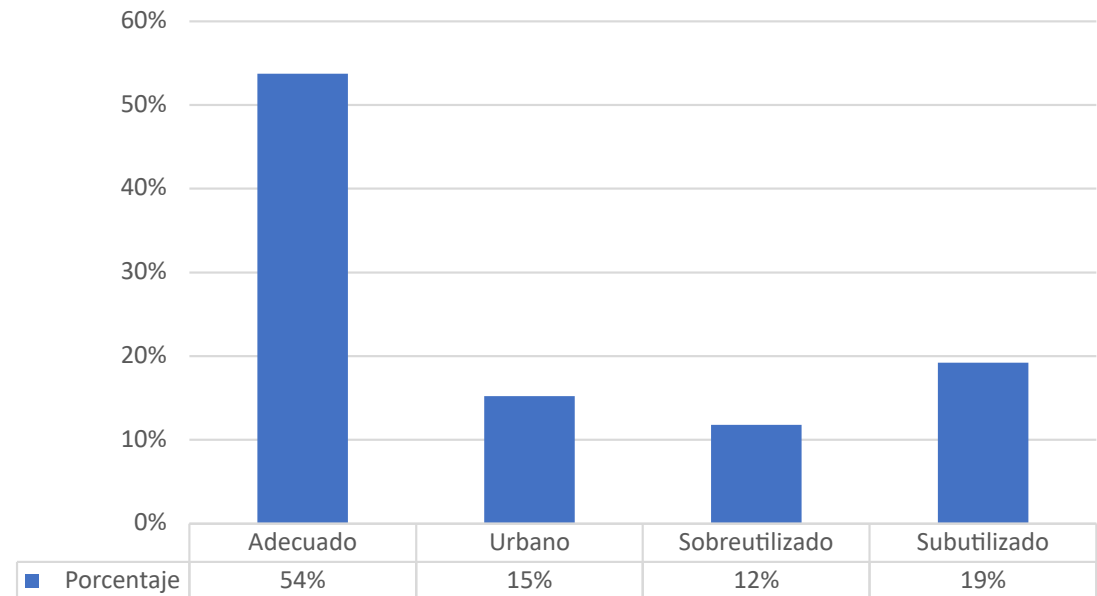
Ilustración 28 Conflictos de uso del suelo



Fuente: Elaboración propia

De la figura es posible identificar que el 54% del territorio municipal se encuentra en uso adecuado, el 19% se encuentra subutilizado y el 12% sobreutilizado. Como puede observarse en la siguiente gráfica:

Figura 18 Distribución porcentual de conflictos



Fuente: Elaboración propia

2. Conflictos de Uso del Suelo

Uno de los principales conflictos de uso del suelo en el municipio de San Cristóbal se da por la ocupación de suelos agrícolas y de recarga hídrica por parte de asentamientos humanos sin planificación ni servicios adecuados. Esto ocurre de manera particular en la franja periurbana de la

ciudad cabecera y en el distrito de Hato Damas, donde la presión por vivienda ha llevado al desmonte de bosques secundarios y a la parcelación informal de terrenos productivos (PNUD & Banco Mundial, 2021).

Otro conflicto crítico se vincula con la interacción entre el crecimiento industrial y el uso residencial en zonas como Nigua y la periferia de San Cristóbal cabecera. La falta de zonas de amortiguamiento y de regulación clara ha generado superposición de actividades incompatibles, como industrias contaminantes cerca de escuelas, centros de salud y viviendas, elevando los niveles de riesgo ambiental y sanitario (MIMARENA, 2019).

Adicionalmente, existen conflictos por la ocupación de cauces y zonas inundables de los ríos Nigua y Haina, donde se han asentado comunidades vulnerables. Esta situación no solo limita la función ecológica de los cauces, sino que también incrementa la exposición a riesgos de inundación y deslizamientos, exacerbados por la falta de control en la urbanización y la deforestación ribereña (INDRHI, 2020).

Uno de los conflictos socioambientales más sensibles en el municipio es el relacionado con la actividad minera en la zona de reserva científica de las Cuevas del Pomier. A pesar de su condición protegida y de su alto valor arqueológico, paleontológico y ecológico, se han registrado operaciones extractivas cercanas que amenazan la integridad del sistema kárstico y los petroglifos precolombinos. La explotación de materiales no metálicos en áreas adyacentes ha generado deslizamientos, alteración del paisaje y fragmentación del hábitat, generando oposición de comunidades locales, ambientalistas y académicos (Ministerio de Medio Ambiente, 2022).

Finalmente, se reportan conflictos entre el uso forestal y el avance urbano en las áreas de vocación ecológica como las lomas El Pomier y zonas de amortiguamiento de los parques urbanos, donde la urbanización presiona sobre zonas de alto valor ambiental y cultural. La ausencia de delimitaciones claras y de instrumentos de control territorial ha favorecido la apropiación privada de espacios de interés público (Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, 2020).

6.1.10. Amenazas y Riesgos

Según la Ley No. 147-02 sobre Gestión de Riesgos en la República Dominicana, una amenaza se refiere a un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, al igual que daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Teniendo la información recopilada de bases de datos de emergencias, el Plan Municipal de Riesgos, el Comité Provincial de Prevención, Mitigación y Respuesta ante desastres, los talleres de diagnóstico, entre otros.

Es posible identificar que el municipio de San Cristóbal se encuentra expuesto a diversas amenazas tanto de origen natural como antrópico (generadas por la actividad humana). A continuación, se detallan algunas de las principales:

Amenazas Naturales:

Hidrometeorológicas:

- **Huracanes y tormentas tropicales:** dada la ubicación geográfica de la República Dominicana en la trayectoria de estos fenómenos, San Cristóbal es vulnerable a fuertes vientos, lluvias intensas, marejadas ciclónicas e inundaciones costeras y fluviales.
- **Inundaciones:** las lluvias torrenciales pueden provocar desbordamientos de ríos y cañadas, afectando zonas bajas y áreas cercanas a cuerpos de agua.
- **Deslizamientos de tierra:** las pendientes inestables, la deforestación y las lluvias intensas pueden desencadenar deslizamientos, especialmente en zonas montañosas o con construcciones precarias.

- **Sequías:** períodos prolongados sin lluvias pueden afectar el suministro de agua para consumo humano, la agricultura y la ganadería.
- **Vientos fuertes:** asociados a tormentas locales o sistemas frontales, pueden causar daños a infraestructuras y viviendas.

Geológicas:

- **Terremotos:** la República Dominicana se encuentra en una zona de actividad sísmica, por lo que existe la amenaza de movimientos telúricos que pueden causar daños significativos a edificaciones e infraestructuras, así como deslizamientos.

Amenazas Antrópicas:

- **Incendios:** pueden originarse por descuidos, actividades agrícolas, o intencionalmente, afectando zonas boscosas, áreas urbanas y la salud de la población por el humo.
- **Contaminación:** la contaminación del aire, el agua y el suelo debido a actividades industriales, agrícolas y la gestión inadecuada de residuos sólidos puede generar problemas de salud y degradación ambiental.
- **Accidentes tecnológicos:** la presencia de industrias o el transporte de materiales peligrosos podrían generar riesgos de accidentes con consecuencias para la población y el ambiente.
- **Deforestación y degradación ambiental:** la tala indiscriminada de árboles puede aumentar la vulnerabilidad a deslizamientos de tierra e inundaciones, además de la pérdida de biodiversidad. La

explotación de agregados ha sido una fuente de conflicto y degradación ambiental.

- **Gestión inadecuada de residuos sólidos:** La acumulación de basura puede generar problemas de salud, contaminación y obstrucción de drenajes, aumentando el riesgo de inundaciones. Se estima que San Cristóbal genera una cantidad considerable de basura anualmente.

Es importante destacar que la interacción entre estas amenazas y la vulnerabilidad de la población y la infraestructura local determina el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el municipio de San Cristóbal. Factores como la ubicación de viviendas en zonas de riesgo, la calidad de las construcciones, la planificación urbana y la capacidad de respuesta de las instituciones locales son cruciales para mitigar los posibles impactos de estas amenazas.

Las principales amenazas que afectan el municipio son las inundaciones asociadas a lluvias torrenciales y crecientes súbitas de los ríos Nigua y Yubazo, al igual que los deslizamientos de tierra.

A continuación, se presenta el análisis realizado para determinar la zonificación de estas amenazas en el territorio municipal.

6.1.10.1. Zonificación de amenaza por inundación

La diversidad de ambientes geográficos, la variabilidad climática y la influencia antrópica cerca de los cauces, son los principales causantes de afectaciones a los sistemas hídricos ya que producen cambios en su dinámica fluvial, alterando su topografía, dirección y volumen, dando lugar a fenómenos como inundación, socavación, sedimentación, etc., requiriendo así un tratamiento oportuno, pues de lo contrario se podrían ocasionar

grandes afectaciones sociales, ambientales y económicas.

Los eventos de inundación lenta se dan cuando al ocurrir una precipitación capaz de saturar el terreno, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno. Conforme el escurrimiento avanza hacia la salida de las cuencas, se incrementa proporcionalmente con el área drenada, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de éste, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes y el agua desalojada puede permanecer horas o días sobre el terreno inundado. Este efecto se presenta en zonas donde la pendiente es baja, y por ende, la capacidad de los ríos disminuye provocando desbordamientos que generan inundaciones en las partes aledañas (CENAPRED, 2004).

El análisis de la amenaza por inundación se mide en función de la frecuencia de ocurrencia y para su zonificación se hace necesario realizar un análisis de la dinámica fluvial, para ello se identificaron y clasificaron las diferentes geoformas de acuerdo con su relevancia en la dinámica actual y con el inventario o registro de eventos se caracterizan el tipo de flujo y la altura de la lámina de agua.

A partir de la información cartográfica y la información temática como la geología, geomorfología, cobertura y uso del suelo, eventos históricos, elevación e interpretación de imágenes satelitales disponibles, se realizó la zonificación de la susceptibilidad, la evaluación de la amenaza y la identificación de las necesidades de información para el avance en el conocimiento de las inundaciones en el municipio de San Cristóbal.

Alcance

- Analizar la cartografía geomorfológica considerando las formas del terreno y el catálogo de eventos disponible que permita delimitar las zonas susceptibles de ser afectadas por inundaciones en el municipio de San Cristóbal.
- Realizar el análisis multitemporal de las imágenes disponibles, con el

fin de detectar posibles cambios de dirección del drenaje y áreas históricamente afectadas por inundaciones.

- Desarrollar el mapa de amenaza por inundaciones para el municipio de San Cristóbal, a partir del análisis de ocurrencia de los eventos, el análisis multitemporal de imágenes y de las áreas con susceptibilidad media y alta.
- Identificar las necesidades de información para el avance en el conocimiento de las inundaciones en el municipio de San Cristóbal.

Herramientas e insumos

Los insumos empleados son los siguientes:

- Modelo Digital de Terreno – MDT.
- Mapa de unidades Geomorfológicas
- Registro histórico de eventos de inundación.
- Fotointerpretación de las zonas de inundación y divagación de los ríos principales.

6.1.10.2. Zonificación de la Susceptibilidad por Inundación

De acuerdo con el protocolo para la gestión del riesgo, las inundaciones son un fenómeno de anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos de agua y sedimentos. Debido a la amplia variedad de definiciones existente en el ámbito técnico, científico y de toma de decisiones, se realiza una síntesis de la tipología de inundaciones de acuerdo con UNAL & SGC (2013).

De acuerdo con el mecanismo de generación: las inundaciones pueden ser: fluviales, pluviales, costeras o de otro tipo. Las **inundaciones fluviales** son inundaciones producidas por el flujo excedente de agua y sedimentos transportados por corrientes (ríos, quebradas), el cual desborda la capacidad de transporte del cauce. Las inundaciones fluviales pueden ser lentas y repentinas. Las inundaciones fluviales lentas son producidas normalmente por precipitaciones prolongadas, pero también pueden ser producidas por huracanes, ciclones tropicales, deshielo, entre otras. Las inundaciones fluviales repentinas son producidas normalmente, por precipitación convectiva, movimientos en masa, escombros o represas. Las **inundaciones pluviales** se producen por: la acumulación de agua precipitada en una determinada superficie (generalmente plana o cóncava) sin que esta provenga del desbordamiento del cauce; también, puede ser producida por la incapacidad de los sistemas de alcantarillado o canales de desagüe en eventos de lluvia de gran magnitud o intensidad. Las **inundaciones costeras** pueden ser originadas por el aumento en la marea causada por fuertes vientos de tormenta, ciclones tropicales o extra tropicales, o también por las tormentas de mar y los tsunamis. **Otro tipo** de inundaciones puede ser el producido por eventos extraordinarios como: terremotos, erupciones volcánicas, rotura de infraestructuras hidráulicas de almacenamiento de agua.

De acuerdo con la duración: las inundaciones pueden ser: súbitas o de tipo torrencial; lento o de tipo aluvial; y encharcamiento. Las **inundaciones súbitas o de tipo torrencial** suelen producirse en ríos de montaña o en corrientes cuyas áreas de drenaje presentan fuertes pendientes y suelen ser producidas por crecidas repentinas y de corta duración (minutos a horas). Las **inundaciones lentas o de tipo aluvial** se producen por el desbordamiento del cauce anegando áreas planas aledañas al mismo y suelen ser originadas por crecidas progresivas y de larga duración (horas a días, inclusive meses en algunas zonas del país). El fenómeno de **encharcamiento** se origina por la saturación del suelo en zonas moderadamente onduladas a planas con

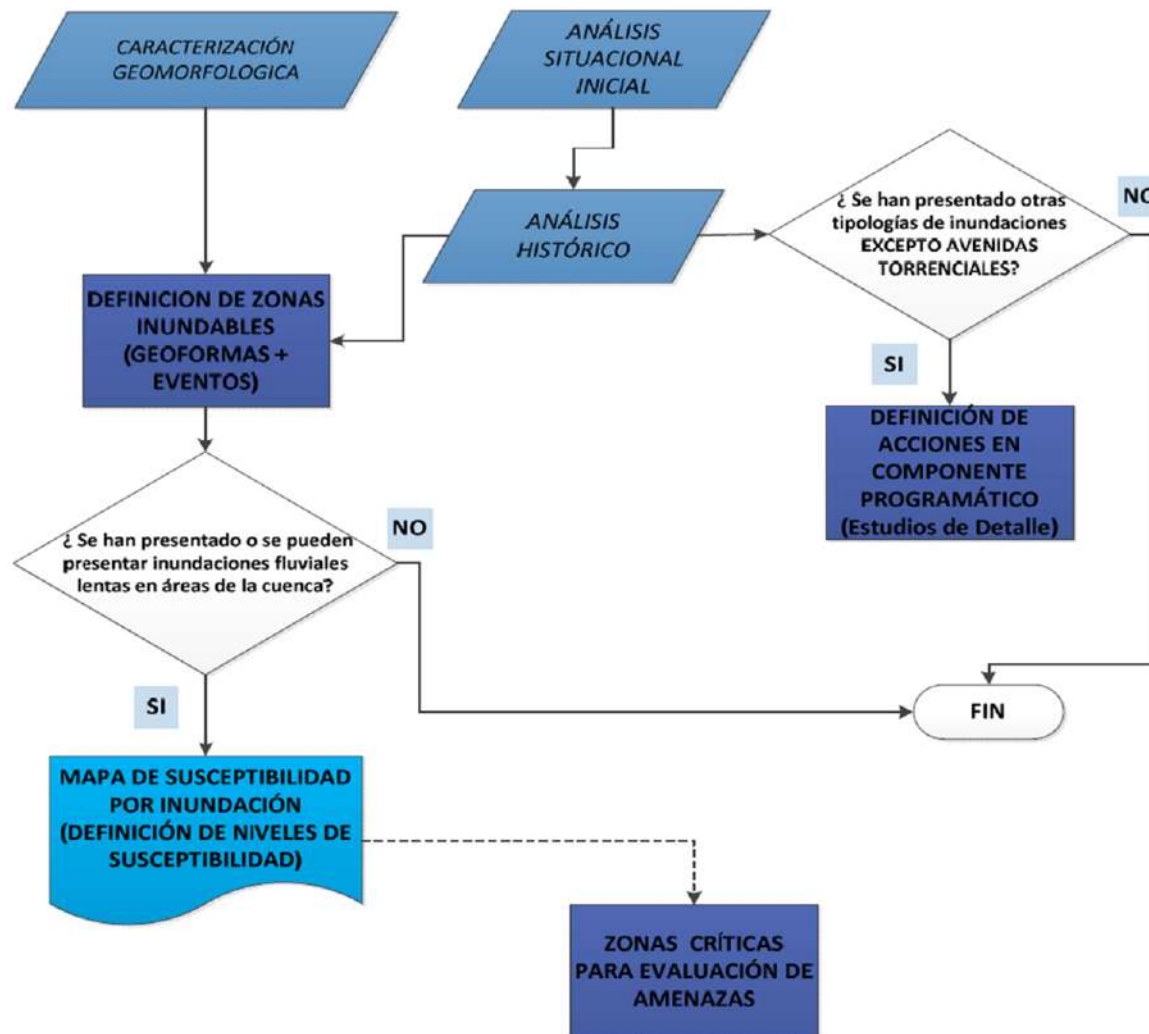
duración de horas a días y en general pueden darse por ausencia o falencia en los sistemas de drenaje de aguas pluviales en áreas urbanizadas.

La zonificación de la susceptibilidad se realiza mediante la incorporación de la metodología propuesta por el Fondo Adaptación (2014) en el Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA, la cual hace énfasis a la identificación de geformas asociadas a inundación y la caracterización de eventos históricos.

Metodología Empleada para la Zonificación de la Susceptibilidad

Las inundaciones son definidas en el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974) como un aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce definiéndose como nivel normal aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

En la siguiente figura, se muestra el mapa conceptual de la metodología que se sigue para alcanzar el objetivo final de este estudio que es la evaluación de la amenaza por eventos de inundación.

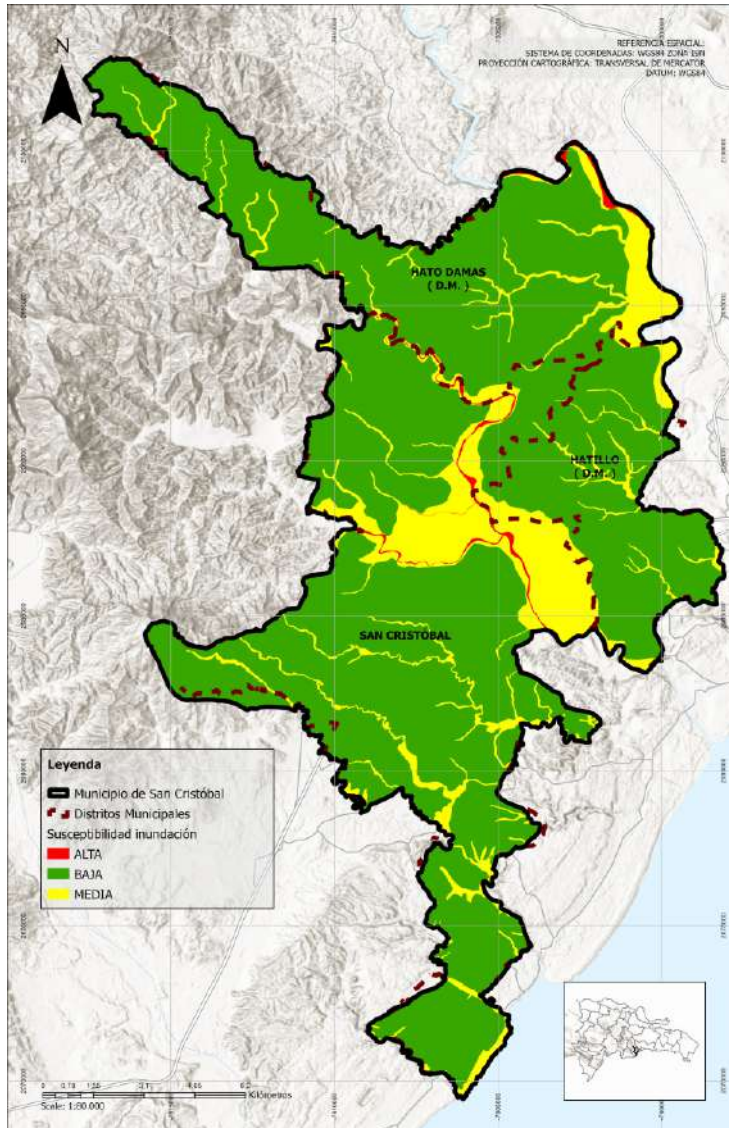
Figura 19 Esquema metodológico para la obtención de la susceptibilidad por inundaciones.

Susceptibilidad por inundaciones

Con el análisis de las geoformas asociadas a inundaciones se obtiene la susceptibilidad por inundaciones para el municipio de San Cristóbal para el cual se observa que el relieve del municipio puede dividirse principalmente en dos zonas: la primera corresponde a la parte montañosa que se compone principalmente de geoformas estructurales de alto relieve como sierra y laderas estructurales y, la segunda, corresponden a geoformas aluviales como cauces y terrazas. En la siguiente figura se encuentra representado el análisis de susceptibilidad a inundación para el municipio de San Cristóbal con base en la cartografía geomorfológica.

Fuente: Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los POMCA de acuerdo con los alcances técnicos del proyecto, Fondo Adaptación, 2014.

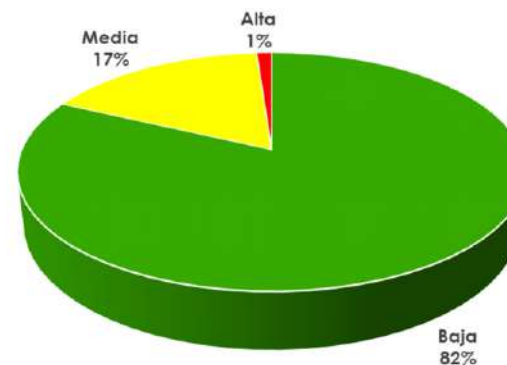
Ilustración 29 Susceptibilidad inundación por geomorfología en el municipio de San Cristóbal.



Fuente: Elaboración propia

En la figura se presentan los porcentajes de susceptibilidad a inundación por geomorfología en el municipio de San Cristóbal. Como resultado se obtiene que el 1% del municipio se encuentra en una susceptibilidad alta a inundación, un 17% susceptibilidad media, y el 82% en susceptibilidad baja.

Figura 20 Porcentaje de susceptibilidad inundación por geomorfología en el municipio de San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia

A partir de la información geomorfológica y los procesos de inundación fluvial se delimitaron y clasificaron las áreas del municipio de San Cristóbal en un rango de susceptibilidad debido a su asociación con los fenómenos de inundación. En la siguiente tabla se detallan los criterios de clasificación.

Tabla 24 Criterios de selección de zonas de susceptibilidad a inundación por elevación

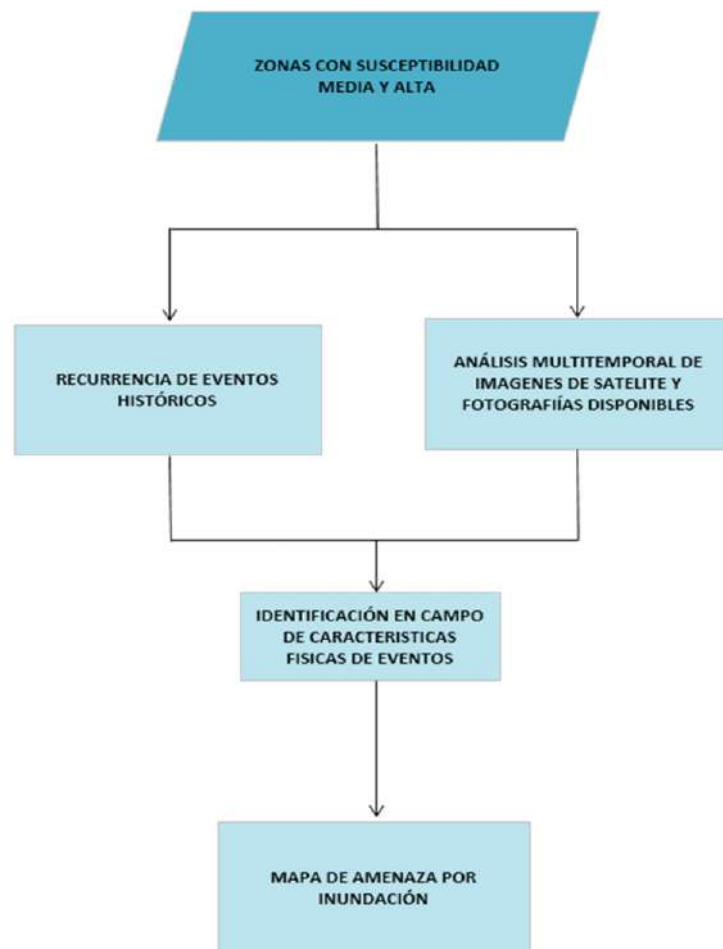
Susceptibilidad	Geomorfología	Eventos históricos
Susceptibilidad Alta	Geoformas que denotan procesos activos o inundaciones periódicas. (Cauces aluviales, Planos de inundación, etc.).	Áreas donde coincidan dos o más puntos o polígonos de eventos históricos.
Susceptibilidad Media	Geoformas que denotan procesos intermitentes. (Terrazas, y geoformas lejanas del cauce etc.).	Áreas donde al menos un punto o polígono haya sido identificado.
Susceptibilidad Baja	Geoformas que denotan procesos antiguos. (Geoformas otro origen Morfogenético como denudacionales y estructurales).	Sin registros históricos.

Fuente: Tomado y adaptado del Fondo de adaptación, 2014. Protocolo para la incorporación de la Gestión del Riesgo en los POMCA.

Metodología Empleada para la Zonificación de la Amenaza

En la siguiente figura se presenta una síntesis del método para la zonificación de áreas de amenaza por inundaciones:

Figura 21 Esquema metodológico para la obtención de la amenaza por inundaciones



Fuente: Elaboración propia.

Los datos de recurrencia de eventos históricos, análisis geológico - geomorfológico, coberturas vegetales, modelos morfométricos, y análisis multitemporal de las imágenes disponibles, fueron los insumos necesarios para obtener la amenaza por inundación.

Análisis multitemporal de imágenes satelitales

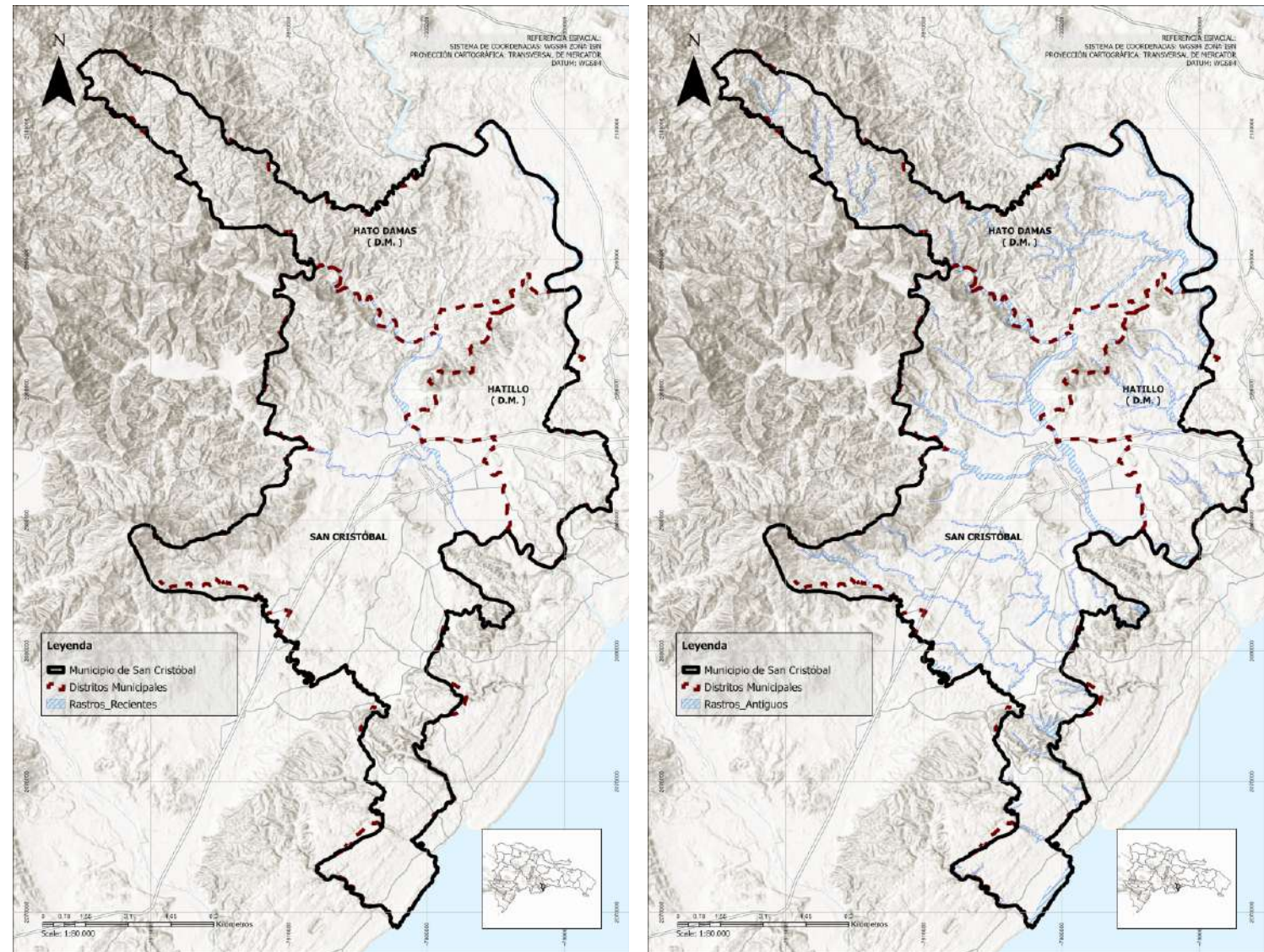
A partir del análisis multitemporal de imágenes satelitales y los modelos digitales, se identificaron las zonas de divagación de los ríos y caños dentro del municipio de San Cristóbal, de lo cual se evidenciaron cambios en los cauces, meandros abandonados, zona de desbordamiento, y zonas con rasgos de inundación reciente. Adicionalmente se tiene en cuenta el tipo de drenaje principal (ríos meándricos o ríos trenzados).

En el área de estudio se identificaron zonas en las cuales se han dado cambios leves en los cauces de los drenajes principales, evidenciado por erosión y migración lateral. En las siguientes figuras se muestra el análisis de las áreas en las que han divagado los cauces aluviales a través del análisis de imágenes satelitales, en las cuales se evidencian las variaciones de la dinámica fluvial.

Ilustración 30 Rastros Antiguos y Rastros Recientes

Generación del Mapa de Amenaza por Inundaciones

Aunque se toma como base la metodología propuesta se incluye algunas variables consideradas por el grupo de profesionales, y se ponderan dependiendo de su grado de influencia en los fenómenos de inundación, y se realiza un algebra de mapas mediante herramientas SIG. En la tabla siguiente se presenta la ponderación y en la figura siguiente se encuentran representadas las variables:



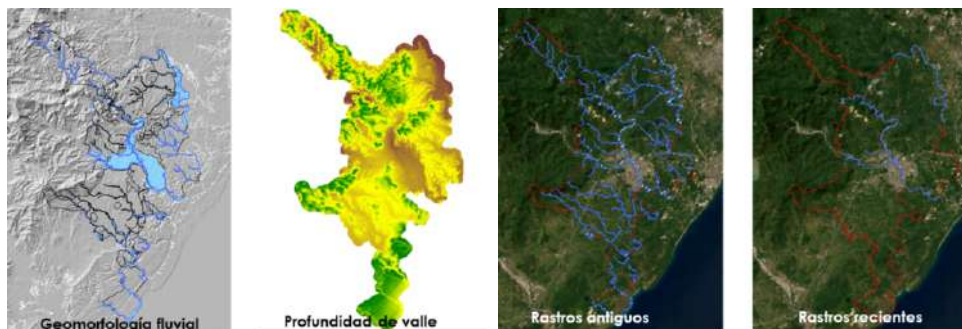
Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Esquema de ponderación de variables temáticas para el modelo de amenaza por fenómenos de inundación

ID	Variabes	Parámetros	Ponderación
1	Geomorfología	Subunidades Fluviales	35%
2	Procesos morfodinámicos asociados a inundaciones	Rastros de inundación recientes	25%
3		Rastros de inundación antiguos	25%
4	Modelo de Elevación Digital	Profundidad Valle (Valley Depth)	15%
5	Registro de Eventos Históricos de Inundación	Recurrencia de eventos históricos	Validador del Modelo de Amenaza

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22 Insumos para la zonificación de amenaza



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la ponderación y calificación de las variables, con la ayuda de software tipo SIG y se ejecutaron las respectivas operaciones topológicas de la información vectorial de las variables y se generó la suma ponderada de cada una de las variables, para posteriormente definir los rangos de clasificación de la amenaza (baja, media, y alta), que mejor se ajuste a las condiciones del municipio de San Cristóbal. Los rangos se clasificaron de la siguiente manera:

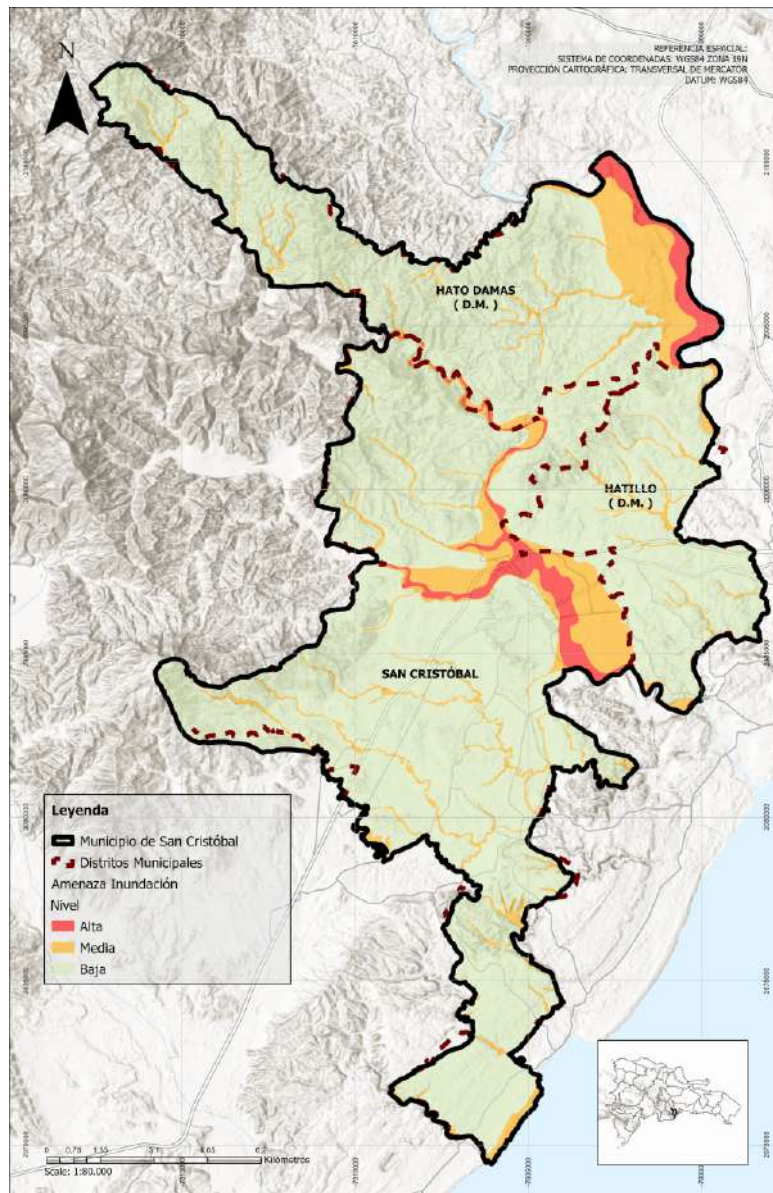
Tabla 26 Rangos estimados para la zonificación de la amenaza por inundación.

Amenaza	Rangos
Amenaza Alta	65-100%
Amenaza Media	45-65%
Amenaza Baja	0-45%

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra el mapa de la zonificación de amenaza por fenómenos de inundación, el cual es el resultado del análisis de la susceptibilidad, junto con las geoformas asociadas a inundación, cobertura vegetal, modelos de elevación, recurrencia de eventos históricos, e interpretación de imágenes satelitales, en las que se delimitaron las áreas de divagación y socavación de los ríos presentes en el municipio de San Cristóbal.

Ilustración 31 Amenaza por inundación el municipio de San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia.

La distribución de áreas por nivel de amenaza es el siguiente:

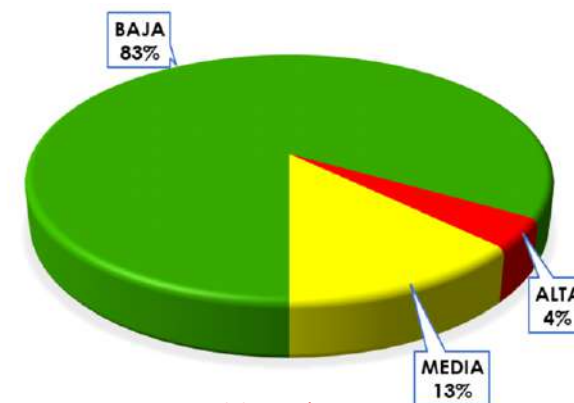
Tabla 27 Amenaza por inundación del municipio de San Cristóbal

Amenaza	Área (Has)	%
Alta	538.630	2.54
Media	2,244.428	10.57
Baja	18,445.511	86.89

Fuente: Elaboración propia.

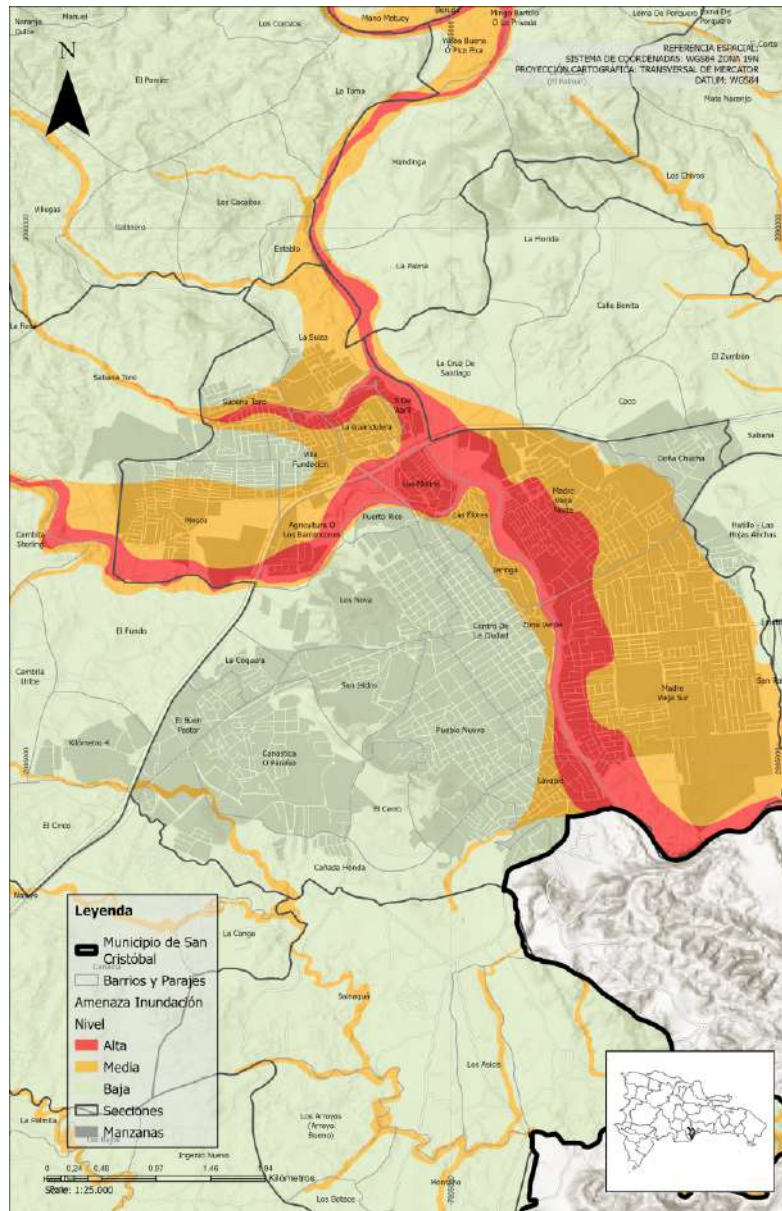
El municipio de San Cristóbal presenta un 4% del territorio en amenaza por inundación alta, y corresponde al modelado Fluvial de los ríos Haina, Yubazo, Nigua y el arroyo Pimentel. El 13% del municipio de San Cristóbal presenta amenaza media a inundación, en cuanto a la amenaza por inundación baja, esta representa el 83%, principalmente por su ubicación en la cual son escasos los fenómenos de inundación.

Figura 23 Porcentaje de amenaza por inundación



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 32 Amenaza por inundación de la zona urbana del municipio de San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia.

6.1.10.3. Zonificación de la amenaza por movimientos en masa

Se entiende por movimiento en masa el deslizamiento hacia el exterior y en sentido descendente del material que constituye una ladera. Esta clase de eventos, por lo general, se presentan en zonas con relieves pronunciados, controlados fundamentalmente por la acción de la gravedad (Cruden, 1991).

La estabilidad de las laderas está regida por una serie de factores topográficos, geológicos, ambientales y antrópicos que inciden en la probabilidad de que los materiales que componen la ladera se muevan. El paulatino crecimiento durante los últimos años de la ocupación y el desarrollo de actividades económicas en zonas catalogadas como potencialmente inestables, ha llamado la atención de las autoridades.

Alcance

- Analizar la cartografía geomorfológica considerando las formas del terreno y el catálogo de eventos disponible que permita delimitar las zonas susceptibles de ser afectadas por movimientos en masa en el municipio de San Cristóbal.
- Realizar el análisis de los factores detonantes como sismo y agua.
- Desarrollar la metodología de amenaza por movimientos en masa, propuesta por el Servicio Geológico Colombiano, para el municipio de San Cristóbal, a partir de determinar la probabilidad de inestabilidad de las laderas del municipio de San Cristóbal.

Herramientas o Insumos

Los insumos empleados son los siguientes

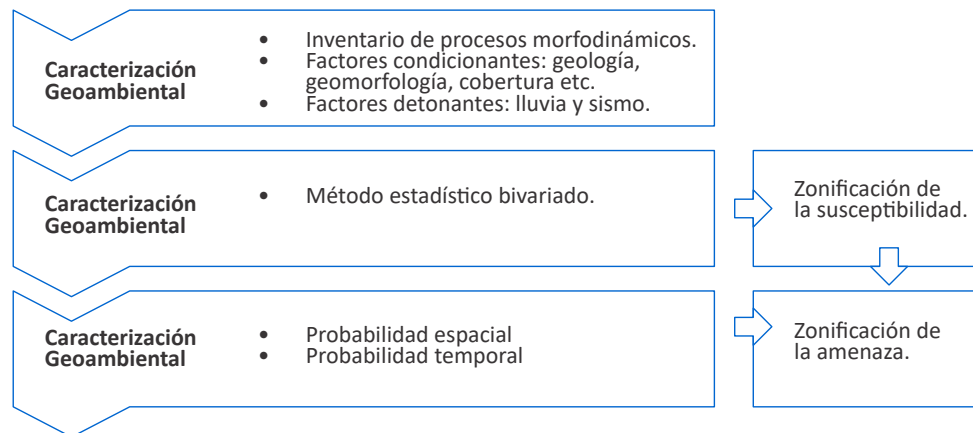
- Modelo Digital de Terreno – MDT.
- Mapa de Geomorfología a un nivel de subunidades 1: 25.000.
- Registro histórico de eventos de movimientos en masa.
- Factores detonantes: sismo y lluvia.

Zonificación de la amenaza por movimientos en masa

A manera general, la zonificación de la amenaza por movimientos en masa consiste en la implementación del método estadístico bivariado, los cuales integran las variables que inciden en el desencadenamiento de los fenómenos de inestabilidad.

Entendiendo la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un evento, en este caso de inestabilidad, se determina la probabilidad de ocurrencia de dicho evento (Alzate, 2012).

Figura 24 Metodología para zonificar amenazas por movimientos en masa.



Fuente: Modificado del Servicio Geológico Colombiano. (2017).

Generación del mapa de susceptibilidad mediante el método Bivariado

El mapa de susceptibilidad es el primer paso para calcular la amenaza de un territorio, el método más usado para el cálculo de dicha susceptibilidad se basa en la superposición de los diferentes factores causales los cuales hemos mencionado anteriormente. Considerando el alcance de este estudio sobre una zona rural se procede a implementar el método estadístico bivariado.

La metodología empleada para la zonificación responde a un modelo de Pesos de Evidencia (WofE), donde a través de un inventario de deslizamientos y flujos evalúan la incidencia de cada una de las clases que componen las variables: cobertura, curvatura, pendientes, unidades geológicas superficiales y geomorfología.

La susceptibilidad del terreno frente a movimientos en masa, en términos de probabilidad, puede ser considerada como la adición de la susceptibilidad a deslizamientos y la susceptibilidad a flujos, bajo la hipótesis de que la ocurrencia de estos es independiente y no excluyente; así mismo, la amenaza final calculada, corresponde al producto de la susceptibilidad general y la probabilidad temporal de que en el transcurso de un año se supere un umbral de lluvia y que dicha precipitación sea capaz de detonar un movimiento en masa.

Generación del mapa de susceptibilidad mediante el método Bivariado

El mapa de susceptibilidad es el primer paso para calcular la amenaza de un territorio, el método más usado para el cálculo de dicha susceptibilidad se basa en la superposición de los diferentes factores causales los cuales hemos mencionados anteriormente. Considerando el alcance de este estudio sobre una zona rural se procede a implementar el método estadístico bivariado.

La metodología empleada para la zonificación responde a un modelo de Pesos de Evidencia (WofE), donde a través de un inventario de deslizamientos y flujos se evalúa la incidencia de cada una de las clases que componen las variables: cobertura, curvatura, pendientes, unidades geológicas superficiales y geomorfología.

La susceptibilidad del terreno frente a movimientos en masa, en términos de probabilidad, puede ser considerada como la adición de la susceptibilidad a deslizamientos y la susceptibilidad a flujos, bajo la hipótesis de que la ocurrencia de estos es independiente y no excluyente; así mismo, la amenaza final calculada, corresponde al producto de la susceptibilidad general y la probabilidad temporal de que en el transcurso de un año se supere un umbral de lluvia y que dicha precipitación sea capaz de detonar un movimiento en masa.

Pesos de evidencia (Weight of Evidence, WofE)

El método evalúa las diferentes asociaciones entre las evidencias o factores condicionantes y las áreas inestables mediante pesos. Los pesos de cada factor causal se calculan aplicando un enfoque Bayesiano en donde calcula la probabilidad incondicional y condicional de ocurrencia de un movimiento en masa (Bonham, 1994).

“La aplicación de este método está sujeta a ciertas condiciones que deben tenerse en cuenta al momento de interpretar los resultados obtenidos. De acuerdo con van Westen (2013), en un análisis estadístico efectivo se requiere un gran número de zonas inestables relacionadas con varios tipos de mecanismos con una información de edad lo más fiel posible (SGC, 2016).”

Teniendo en cuenta la descripción espacial anterior, la función de susceptibilidad por movimientos en masa (LSI – landslide susceptibility index) se calcula para cada píxel mediante la siguiente expresión matemática:

$$LSI = \sum_n^{i=1} Wf_i f_{ci}$$

Donde:

- Wf_i corresponde al peso de evidencia factor condicionante.
- i – ésimo con $i = (1, 2, \dots, n)$, la magnitud del peso.
- W_f indica el grado de importancia de las variables en la ocurrencia de los eventos.

Ahora bien, si se mira la relación de los diferentes factores causales en función de los eventos de movimientos en masa podemos encontrar una relación en función del píxel que representa la clase o el movimiento en masa registrado en la clase.

Figura 25 Relación de deslizamientos y el factor condicionante.

w: Factor condicionante con potencialidad de deslizamientos

		Presente	Ausente	
L: Deslizamientos	Presente	Npix1	Npix2	Área total deslizada
	Ausente	Npix3	Npix4	Área total no deslizada
		Área total con unidad w	Área total sin unidad w	Área total del mapa

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior se puede interpretar de la siguiente forma:

Npix1 = hay presencia del factor condicionante (Npix3) en el deslizamiento (Npix2). Lo cual es indicativo de una muy alta significancia de ese factor en el deslizamiento.

Npix2 = no hay presencia del factor condicionante (Npix3) en el deslizamiento (Npix2). Lo cual es indicativo de una significancia alta por efecto de la presencia del deslizamiento.

Npix3 = factor condicionante. Lo cual es indicativo de una significancia media por efecto del factor que alguna vez contribuyó al deslizamiento.

Npix4 = no hay deslizamiento ni factor condicionante. Lo cual es indicativo de una significancia baja.

Con lo anteriormente mencionado podemos obtener pesos donde pueden ser positivos o pesos negativos en donde se van a relacionar mediante la siguiente fórmula.

$$W_f = W_j^+ - W_j^-$$

Donde, W_j^+ es el peso positivo para cada clase del factor condicionante i , siendo este un indicativo de la relevancia del factor de la ocurrencia de los procesos gravitacionales. Mientras que W_j^- es el peso negativo y expresa la importancia de la ausencia del factor dentro de la ocurrencia del fenómeno. Indica la importancia de la ausencia del factor en el deslizamiento.

Posteriormente, se muestra cada uno de los factores causales en relación con la clasificación de W final aplicado en el método bivariado y zonificado en 4 rangos.

Validación del modelo de susceptibilidad a movimientos en masa

Acorde a Veguería (2006), la validación refleja la confiabilidad de los procesos del modelamiento y genera mayor facilidad a la hora de realizar una comparación para poder escoger el modelo que mejor se ajuste a los resultados esperados. Entre los métodos de validación se encuentra la curva ROC. Esta herramienta se usa con el fin de hacer una relación directa entre las zonas que se encuentran inestables en el terreno y las zonas de muy alta susceptibilidad.

La curva ROC es una función que muestra la relación entre dos variables: la Sensibilidad, o tasa de verdaderos positivos; y la 1 – Especificidad, o tasa de falsos positivos (Vakhshoori & Zare, 2016).

La Sensibilidad es la proporción de píxeles que fueron correctamente clasificados como de movimientos en masa (también llamados “inestables”) (Hoang y Pham, 2016). Se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{TP}{TP+FN}$$

TP: Verdaderos Positivos (True Positives), son píxeles correctamente clasificados como “inestables”.

FN: Falsos Negativos (False Negatives), son píxeles incorrectamente clasificados como “estables”.

A su vez, la Especificidad corresponde a la proporción de píxeles correctamente clasificados como de no-movimientos en masa (también llamados “estables”) (Hoang y Pham, 2016). El uso de la curva ROC puede ser aplicado con un objetivo, sobre el modelo final: construir la Curva de Éxito (Success Rate Curve) (como lo citan en Vakhshoori & Zare, 2006; Osna et. al., 2014; Lucà et. al., 2011; Tien et. al; 2016). La Curva de éxito sirve para determinar qué tan bien los mapas de

susceptibilidad han clasificado las áreas donde están los movimientos en masa, y se elabora con la ayuda de la información suministrada por el mapa de inventario de entrenamiento (i.e. el mapa que fue usado para la elaboración del documento de susceptibilidad, con el 70% de los movimientos) (Chung & Fabri, 1999 en Vakhshoori & Zare, 2016).

La medida estadística para valorar si la gráfica ROC es válida, es el área bajo la curva (AUC) de esta (Vakhshoori & Zare, 2016). La superficie bajo la curva debe residir en un intervalo entre 0.5 y 1.0: si el AUC está en un valor entre 0.9 y 1.0, se considera que la calidad del modelo es excelente; si se encuentra entre 0.8 y 0.9, se considera que este es bueno; si está entre 0.7 y 0.8, que es aceptable; si se aloja entre 0.6 y 0.7, es pobre; y finalmente, si es menor a 0.6, se considera que el documento no cumplió con las expectativas (Tien et. al., 2016; Vakhshoori & Zare, 2016).

En la siguiente figura se muestran los datos y la curva que se generó dentro del análisis de este trabajo teniendo un área bajo la curva de 0.95%, lo que significa que el modelo tiene un buen nivel de relación con las zonas de alta susceptibilidad y los movimientos en masa presentes el terreno.

Factores detonantes

A continuación, se detallan los factores detonantes determinados para el análisis de la estabilidad de las laderas del municipio de San Cristóbal.

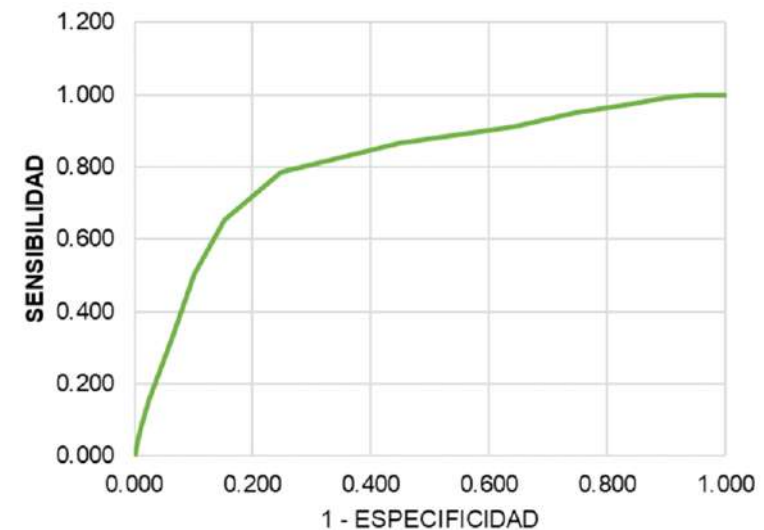
Lluvia

La respuesta de las laderas a una lluvia con capacidad de detonar un movimiento en masa depende del posible mecanismo de falla. Altas intensidades de lluvia frecuentemente detonan movimientos superficiales y flujos de detritos debido a que la disipación de las presiones de poros positivas es muy rápida,

especialmente en materiales permeables. Lluvias de baja a moderada intensidad, que se presentan por días o semanas, pueden detonar flujos de detritos y deslizamientos profundos, siendo entonces importante la lluvia antecedente al reducir la succión del suelo e incrementar las presiones de poros positivas, especialmente en suelos de baja permeabilidad (Corominas et al., 2013).

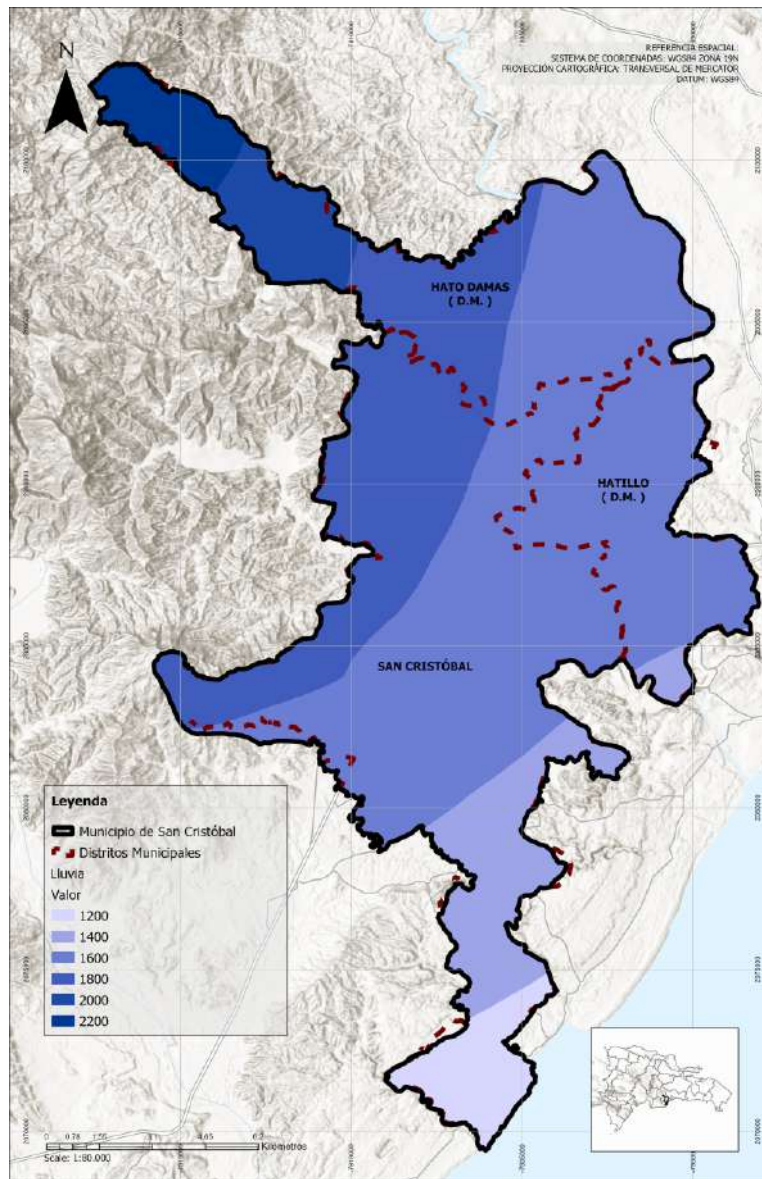
Para la detonante lluvia se utilizó la información de las isoyetas las cuales para el municipio de San Cristóbal varían desde los 1200 mm hasta los 2200 mm, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 26 Resultados de la curva ROC



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33 Detonante lluvia a partir de Isoyetas para el municipio de San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia

Sismos

La aplicación de una fuerza sísmica horizontal sobre los materiales potencialmente inestables de una ladera puede potenciar la ocurrencia de deslizamientos al aumentar el esfuerzo cortante, disminuir la resistencia por aumento de la presión de poros y por las deformaciones asociadas por la onda sísmica, llegando a la falla por esfuerzo cortante (Alzate, 2012).

La determinación de la aceleración sísmica estuvo basada en datos generados por la norma Sismo Resistente NSR-10 y demás lineamientos que esta norma contempla. La expresión empleada para su determinación es la que sigue:

$$S_a = ST \times A_a \times F_a \times I$$

Dónde:

ST: Coeficiente de amplificación sísmica.

Aa: Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva.

Fa: Coeficiente de amplificación.

I: Coeficiente de importancia.

A continuación, se detalla el procedimiento empleado para la obtención de los parámetros anteriormente referenciados.

- Coeficiente de Aceleración Horizontal pico Efectiva (Aa)

Para el municipio de San Cristóbal se determinó que el municipio de San Cristóbal pertenece a la zona sísmica 2 y considerando que la estabilidad del Espectro de Respuesta Elástico está dada como 0.635 para todos los tipos de suelos en la Zona Sísmica I. Por consiguiente, una aceleración pico en tierra horizontal efectiva, estimada como 40% de la estabilidad, podría ser calculada como 0.25g para la zona 1 y para la Zona II sería 2/3 de este valor o 0.17g.

Ilustración 34 Coeficiente Amplificación Sísmica (ST)

Ilustración 35 Aceleración Sísmica (Sa)

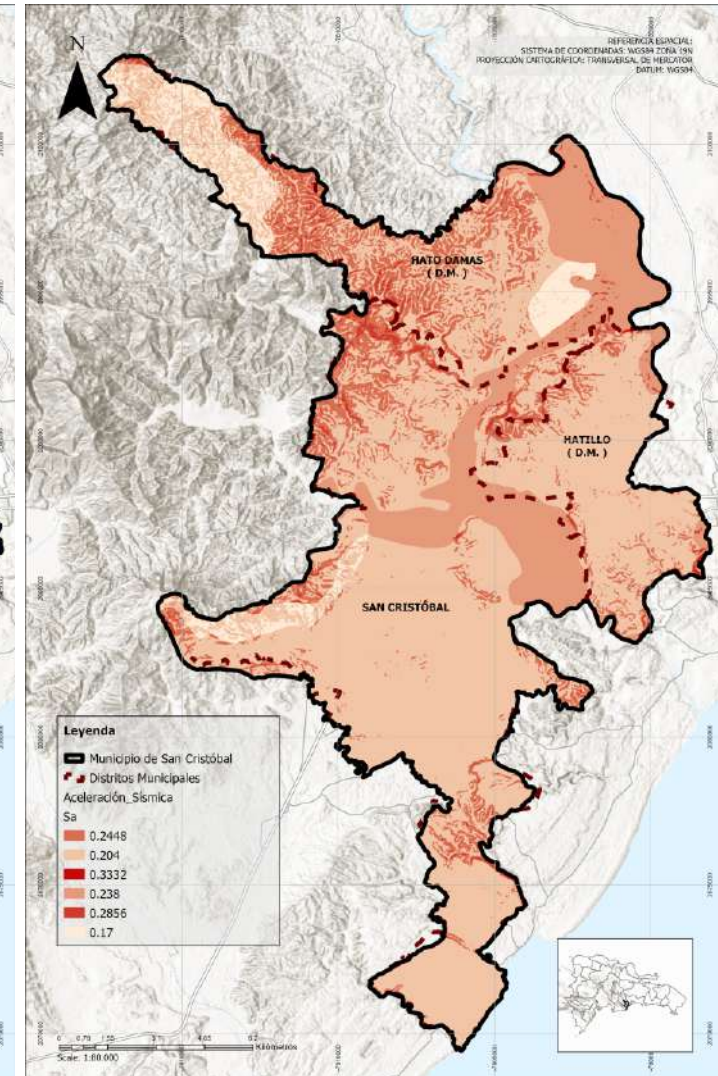
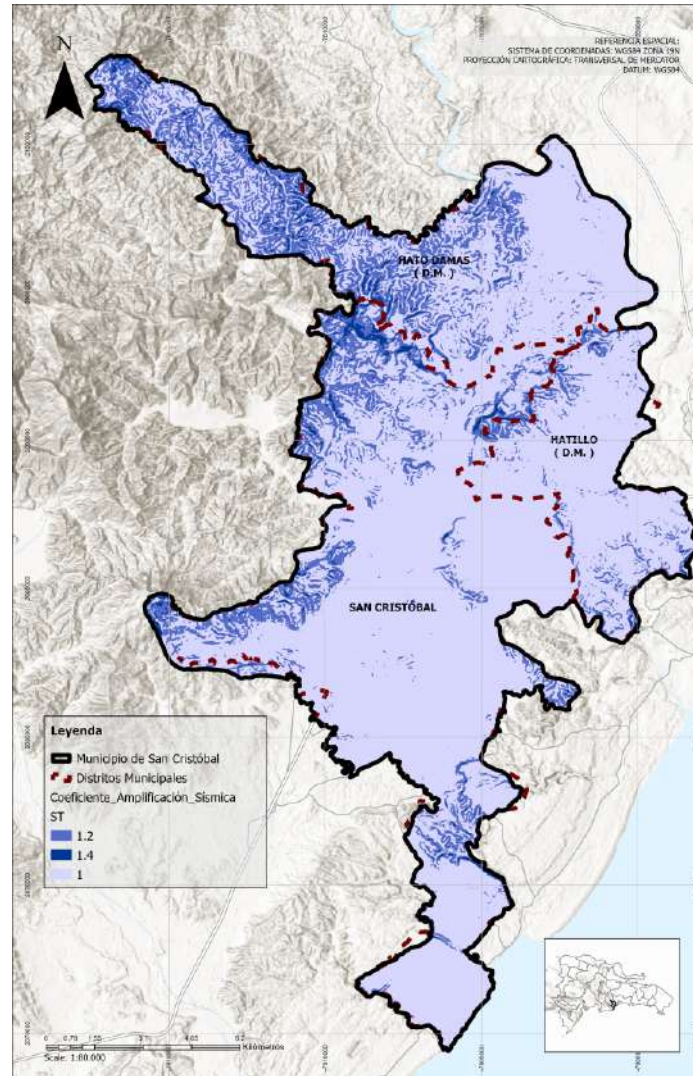
- Coeficiente Amplificación Sísmica (ST)

El factor de amplificación sísmica se definió de acuerdo con lo establecido por el Euro Código, el cual asigna un valor de amplificación, considerando la topografía (pendiente) que presenta la zona en estudio. A grandes rasgos, establece para pendientes entre los 15 y 30°, un factor de amplificación igual a 1.2. En caso de que la pendiente del talud o ladera supere los 30°, el valor de amplificación será de 1.4.

Partiendo del mapa de pendientes generado, le fue asignado a cada unidad de trabajo (pixel), el valor de amplificación sísmica (ST) correspondiente.

- Aceleración Sísmica (Sa)

A continuación, se calcula la aceleración sísmica, insumo para la evaluación y zonificación de la amenaza por lo movimientos en masa para del municipio de San Cristóbal, resultado de la aplicación del procedimiento anteriormente descrito.



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

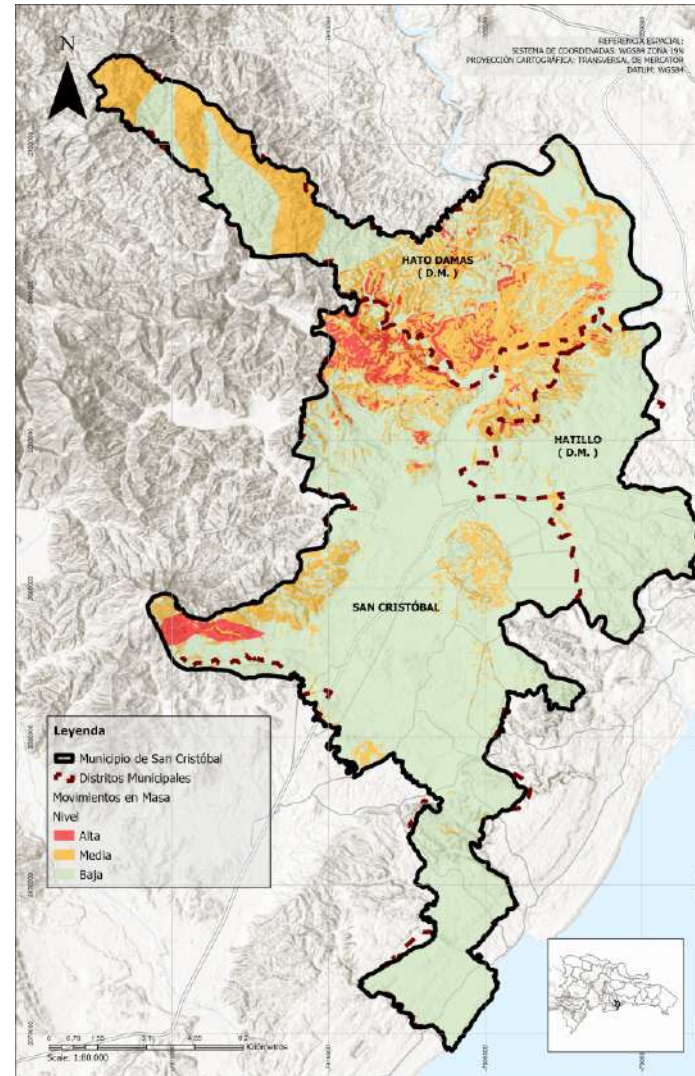
Ilustración 36 Amenaza por movimientos en masa

Generación del Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa

Para el análisis de amenaza la metodología empleada se basa en un análisis de probabilidad espacial y probabilidad temporal. Una vez definida la susceptibilidad, esta se caracterizó con la frecuencia de ocurrencia de los tipos de movimientos en masa analizados. Posteriormente se evaluó con los factores detonantes (lluvia o sismo) con el fin de definir la probabilidad temporal de ocurrencia de un movimiento en masa (SGC, 2017).

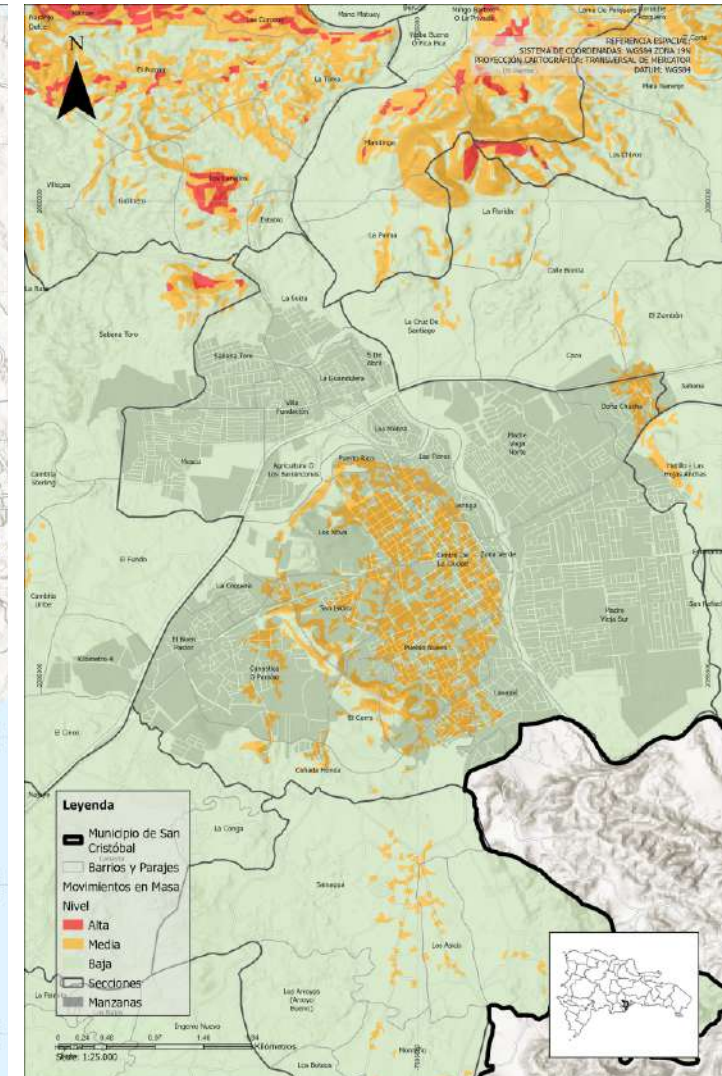
A continuación, se ilustra la zonificación de la amenaza por fenómenos de movimientos en masa del municipio de San Cristóbal:

El municipio del San Cristóbal presenta un 4% del territorio en amenaza por movimientos en masa alta y corresponde principalmente a laderas de fuertes pendientes, algunas de las cuales presentan procesos morfodinámicos activos asociados a fenómenos de movimientos en masa. El 22% del municipio presenta amenaza media a movimientos en masa y corresponde a laderas con procesos morfodinámicos intermitentes y, el 74% del municipio presenta amenaza baja.



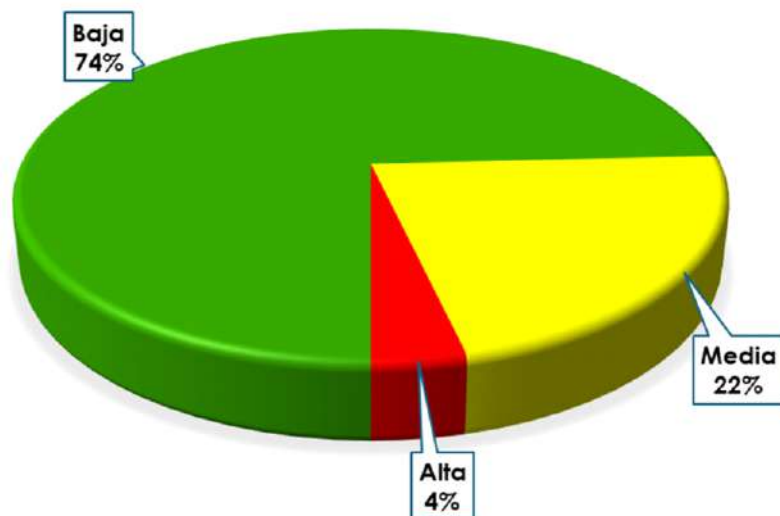
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 37 Amenaza por movimientos en masa área urbana



Fuente: Elaboración propia

Figura 27 Porcentaje de amenaza por movimientos en masa.



Fuente: Elaboración propia

Según el Plan Municipal de Riesgo, al igual que los resultados de la zonificación de amenazas por inundación y deslizamientos, los siguientes son los barrios y sectores que presentan afectaciones recurrentes: Barrio 5 de Abril, Barrio CONANI, Barrio David, Barrio Simón Bolívar, Barrio Urbio, Cañada Honda, Centro Ciudad, Concentración, Jeringa, La Jungla, La Piscina, La Suiza, Las Flores, Lava Pies Centro, Loma de Los Fructuosos, Los Americanos, Los Molinas, Madre Vieja Norte, Centro, Moscú, Narcizaso, Primavera, Puerto Rico (Baja), San Antonio, Urb. Montás, Urb. Olímpico, Villa Mercedes (Baja), Villa Nina (Alta), Villa Progreso (Alta), Zona Baja Cerro, y Zona Verde.

6.1.10.4. Zonificación de la amenaza tecnológicas

El municipio de San Cristóbal presenta una importante concentración de infraestructuras dedicadas al almacenamiento y comercialización de combustibles, incluyendo estaciones de gasolina y plantas de Gas Licuado de Petróleo (GLP). Estas instalaciones, aunque necesarias para el abastecimiento energético y la actividad económica, representan fuentes potenciales de riesgo tecnológico que pueden generar impactos significativos sobre la población, los bienes materiales y el medio ambiente.

Las amenazas tecnológicas asociadas a este tipo de infraestructura incluyen explosiones, incendios, fugas de gases inflamables, contaminación de suelos y acuíferos, y fallas operativas o humanas. La magnitud de estas amenazas depende tanto de las condiciones técnicas de las instalaciones como de su ubicación territorial, proximidad a zonas habitadas, y existencia (o no) de medidas de seguridad y respuesta.

En este contexto, la siguiente matriz presenta una identificación estructurada de las principales amenazas tecnológicas, su mecanismo de ocurrencia, área de influencia estimada, medidas preventivas y de mitigación, y las implicaciones directas que deben ser consideradas en el ordenamiento territorial. Esta herramienta busca apoyar la toma de decisiones desde el enfoque de la gestión del riesgo y la planificación preventiva, en línea con los principios de seguridad territorial, desarrollo sostenible y resiliencia urbana.

**Tabla 28 Matriz de Amenazas Asociadas
a las Estaciones de Gasolina y Plantas de GLP**

Amenaza	Mecanismo de ocurrencia	Área de influencia estimada	Nivel de riesgo	Medidas preventivas	Medidas de mitigación	Implicaciones para el ordenamiento
Explosión (BLEVE / deflagración)	Acumulación de presión por calor o falla en válvulas de seguridad	100–300 m	Alto	Diseño con válvulas de alivio, sensores de presión, control de temperatura	Zonas de amortiguamiento, brigadas capacitadas, rutas de evacuación	Prohibir estas instalaciones en zonas densamente pobladas o cerca de escuelas/hospitales
Incendio por derrame o fuga	Fuga de combustible durante carga o por rotura de manguera	20–100 m	Alto	Mantenimiento periódico, protocolos de carga, extintores funcionales	Rápida atención del cuerpo de bomberos, hidrantes cercanos	Requiere distancia mínima de seguridad y fácil acceso vial
Nube explosiva de GLP	Fuga gaseosa acumulada en zona baja con ignición	50–200 m	Muy alto	Sensores de gas, ventilación adecuada, sistemas de alarma	Cierre inmediato del suministro, evacuación rápida, control de fuentes de ignición	Zonificación restrictiva; evitar localización en zonas con alta circulación peatonal
Contaminación del suelo y acuíferos	Fugas lentas de tanques subterráneos por corrosión o fractura	Radial (depende del acuífero)	Medio a alto	Tanques dobles con detección de fugas, inspección regular	Remediación de suelo, extracción y confinamiento de hidrocarburos	Prohibir instalación sobre zonas de recarga hídrica o suelos agrícolas
Falla humana o técnica en sistemas críticos	Error en el manejo, fallas en válvulas, sensores o alarmas	Variable	Medio	Capacitación periódica, manuales de operación y mantenimiento actualizados	Simulacros, planes de contingencia institucionales	Evaluación técnica previa al otorgamiento de licencias
Riesgo acumulado por concentración de instalaciones	Acumulación de estaciones/planta en un mismo sector urbano	Hasta 500 m de radio	Muy alto	Regulación de densidad de uso, evaluación de riesgo sinérgico	Reubicación progresiva o restricción de nuevas licencias	Limitar número máximo por km ² ; establecer zonas de amortiguamiento colectivas

Fuente: Elaboración propia

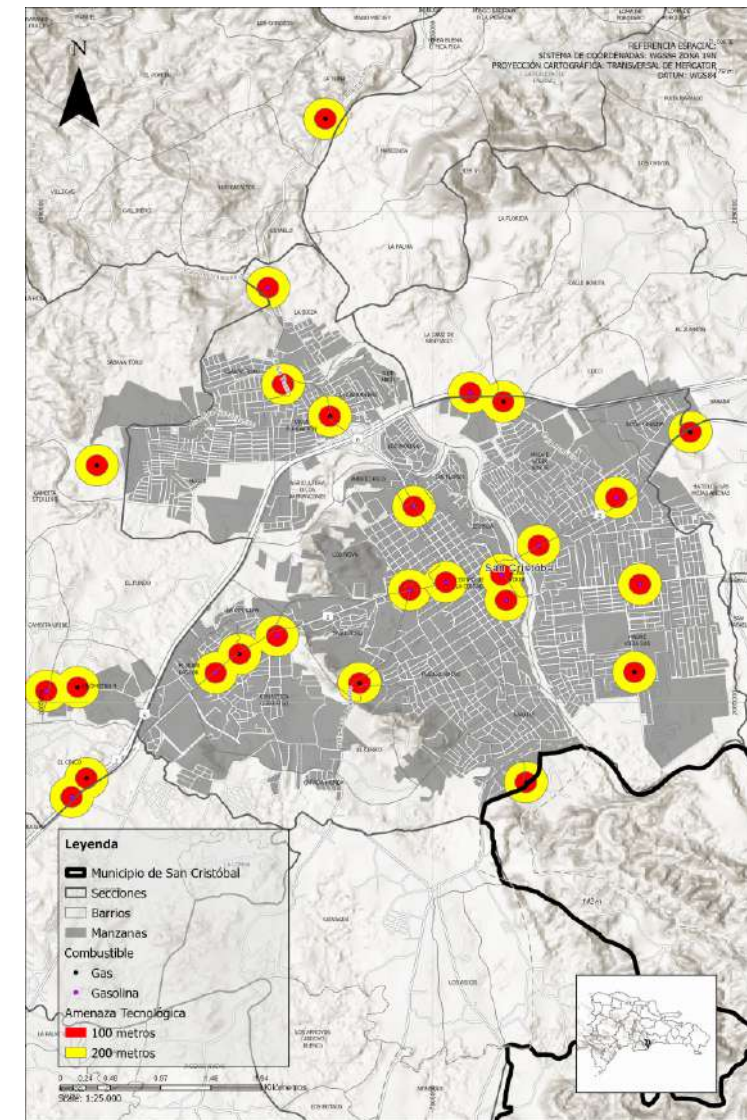
Ilustración 38 Amenaza tecnológica área urbana

El siguiente mapa identifica la localización de estaciones de expendio de combustibles (gasolina y GLP) en el municipio de San Cristóbal, y delimita sus zonas de influencia potencial ante amenazas tecnológicas.

- Los círculos rojos representan un radio de 100 metros desde cada estación, correspondiente a la zona de alto impacto inmediato, donde una explosión, incendio o fuga grave podría generar daños severos a personas, edificaciones e infraestructuras críticas.
- Las áreas en amarillo corresponden a un radio de 200 metros, señalando la zona de afectación extendida, donde podrían presentarse efectos secundarios como ondas expansivas, propagación de incendios, evacuaciones, o contaminación del aire y suelo.

Estas áreas de influencia han sido establecidas con la colaboración de los integrantes del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de San Cristóbal como referencia para:

- La evaluación del riesgo urbano asociado a la presencia de estaciones de combustible.
- La planificación del uso del suelo con criterios de seguridad y prevención.
- La identificación de asentamientos vulnerables, equipamientos públicos o zonas incompatibles con este tipo de actividad.



Fuente: Elaboración propia

6.1.11. Cambio Climático

En el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas de Cambio Climático (CMNUCC), lograda en 1992, la República Dominicana como parte de esta comunidad internacional, al ser un acuerdo jurídicamente vinculante, ha venido desarrollando los compromisos adquiridos referentes a las decisiones de dicho Convenio mediante varios instrumentos. En este marco, se parte de describir el contexto internacional en materia de Cambio Climático (CC), para luego detallar el nacional.

La Convención, reconoce el problema del CC como real siendo su objetivo fundamental impedir la interferencia peligrosa del ser humano en el sistema climático, a un nivel tal, que permita a los ecosistemas adaptarse naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible. La Convención incorpora una línea del Protocolo de Montreal de 1987, esto es, el principio de la obligación que tienen los Estados miembros de actuar en interés de la seguridad humana incluso a falta de certeza científica. Entra en vigor el 21 de marzo de 1994 y hoy en día cuenta con un número de miembros que la hace casi universal (197 Partes que la han ratificado).

En la Convención se pide el establecimiento de inventarios precisos y periódicamente actualizados de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países industrializados. La Convención hace caer la carga más pesada de la lucha contra el CC en los países industrializados, ya que son ellos la fuente principal de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, en el pasado y en la actualidad. Se pide a estos países que hagan todo lo posible por reducir las emisiones de las chimeneas y tubos de escape y que aporten la mayor parte de los recursos necesarios para los esfuerzos que se deban realizar en otros lugares (conocidos con el nombre de países

incluidos en el anexo I pertenecientes a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)). En virtud de la Convención las naciones industrializadas se comprometen a respaldar actividades relacionadas con el CC en los países en desarrollo, ofreciéndoles entre otros, apoyo financiero, sin perjuicio de la asistencia que se lleva prestando a dichos países. Se ha establecido un sistema de donaciones y préstamos a través de la Convención, que es administrado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Los países industrializados han acordado también compartir las tecnologías con las naciones menos avanzadas (ONU a., 2014).

La Convención reconoce que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces (ONU b., 2014).

Los fenómenos ambientales adversos del clima según los expertos están modificando los regímenes de precipitación, aumentando la temperatura, la frecuencia y las fuerzas de los fenómenos meteorológicos en muchas partes del mundo, todo lo cual afecta la seguridad alimentaria al reducir la producción agrícola, provocando el desplazamiento estacional o permanente de la población de las zonas de riesgo (IPCC, 2022).

Según el IPCC 2022, se prevé que los efectos del CC empeoren, lo que traerá mayor cantidad de fenómenos meteorológicos extremos como los huracanes, la sequía, inundaciones, olas de calor y una distribución impredecible de las temperaturas y las precipitaciones. Países isleños poseen una elevada exposición a fenómenos naturales extremos. Este auge de los crecientes riesgos climáticos causará costos económicos significativos en las próximas décadas.

El calentamiento global y la presión ejercida por el hombre están alterando el sistema climático mundial y creando cambios y desequilibrios que, en

conjunto con el nivel de pobreza y hacinamiento de poblaciones vulnerables a los impactos de los crecientes cambios, se convierten fenómenos extremos relacionados al CC, como los huracanes, las sequías, inundaciones, e incendios forestales, ponen de relieve una importante vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas y muchos sistemas humanos a la actual variabilidad climática. Es importante mencionar que la vulnerabilidad y la exposición se derivan de factores distintos del clima y de desigualdades hacen que diferentes los riesgos, derivados del cambio climático (IPCC, 2022).

Según datos del Banco Mundial, se espera que República Dominicana experimente daños por desastres de por lo menos US\$1,680 millones (2.7% del PIB) cada 20 años. El daño anual promedio asociado a desastres se estimó en unos US \$420 millones (0.69% del PIB). Con respecto a los daños extremos, los daños por ciclón pueden exceder los US\$ 1,997 millones (3.3% PIB) con una probabilidad anual del 5%, mientras que los daños probables por terremotos pueden exceder los US\$1,117 millones (1.8% del PIB) con una probabilidad anual del 2%.

Este aumento de los crecientes riesgos climáticos tendrá varios impactos, dependiendo de las condiciones físicas y las capacidades de adaptación de los países, tanto de los riesgos e impactos climáticos actuales como futuros. En este sentido, es importante señalar que la vulnerabilidad difiere dentro de las comunidades y entre sociedades, regiones y países, así como también, cambia a lo largo del tiempo.

Escenarios climáticos

En el marco del Proyecto de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de la República Dominicana (TCNCC), el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) llevó a cabo la Simulación de escenarios climáticos nacionales basado en modelos de las

regiones del país seleccionadas, y análisis de la afectación de dichos escenarios a la seguridad hídrica, alimentaria y energética del país (PNACC RD, 2016).

Dentro de la TCNCC uno de los componentes de mayor relevancia está relacionado con el análisis de la adaptación y la vulnerabilidad de diversos sectores nacionales. Para ello, es necesario elaborar un modelaje de potenciales variaciones de escenarios climáticos a nivel nacional y/o regional, que permitan al país identificar medidas de adaptación en sectores claves de la economía nacional como por ejemplo la agricultura, el turismo, las infraestructuras, entre otros (PNACC RD, 2016).

El régimen climático en la República Dominicana

Los cambios en la variabilidad climática de la República Dominicana son percibidos de mejor manera a través del comportamiento de la temperatura. En las últimas 3 décadas, existe un incremento tendencial que va desde 1°C y hasta 3°C en los valores promedio anuales de temperatura mínima, lo que coincide con estudios anteriores que indican días más cálidos. De igual forma, los valores máximos en la temperatura también registran una tendencia de cambio del mismo orden que las temperaturas mínimas, es decir, es evidente la ocurrencia de condiciones más cálidas que a su vez propician un ciclo hidrológico más intensificado. (PNACC RD, 2016).

En términos del comportamiento de la lluvia, se tienen condiciones particulares que merecen su atención. Por ejemplo, bajo un análisis de las tendencias de sus valores medios anuales, no se muestra una clara tendencia hacia el aumento o disminución de la variable, sino más bien un comportamiento propio de la variabilidad climática. Lo cierto es que resulta evidente que los valores de lluvia total están influenciados en gran medida de la ocurrencia de huracanes o tormentas tropicales. En términos puntuales, las

provincias del Sur, Sureste y Central son las que presentan los cambios reflejados en aumentos de lluvia total más notorios. (PNACCRD, 2016).

De acuerdo con las tendencias globales, la ocurrencia evidente de un cambio climático a futuro generará mayores impactos al alterar los regímenes climáticos e intensificación de los eventos extremos. Las características territoriales y una variabilidad climática manifestada por mayores eventos extremos aumentan el riesgo climático ante sequías intensas y ponen en evidencia la alta fragilidad de los elementos expuestos en la República Dominicana. (PNACCRD, 2016).

Escenarios de clima futuro para la República Dominicana

Las temperaturas mínimas y temperaturas máximas muestran un incremento en sus valores promedio anuales, donde existe un incremento tendencial generalizado de entre 2°C y 3°C en los valores promedio anuales de temperatura mínima y de 1°C a 3°C en la temperatura máxima, implicando condiciones cada vez más cálidas que evidencian un ciclo hidrológico más intensificado. Lo anterior, facilita la ocurrencia de eventos extremos de lluvia y con ello mayor propensión a inundaciones repentinas. (PNACCRD, 2016).

La precipitación total anual a nivel nacional no muestra un patrón claro de disminución o aumento. La mayoría de los sitios analizados indican un aumento mínimo relativo en sus valores totales de lluvia, aunque muy cercanos a sus valores promedio de variabilidad natural. No obstante, las provincias del Sur, Sureste y Central son las que presentan los aumentos de lluvia total más notorios. (PNACCRD, 2016).

Hay mayor ocurrencia de eventos extremos de lluvia intensa de entre 20% y 30% mayor a los presentados en las últimas dos décadas entre los meses de mayo a octubre. Sólo en la región Suroeste (estación San Juan) y Sur (Estación

A. Herrera) no son claros los cambios e inclusive presentan menos ocurrencia de eventos extremos de lluvias por alrededor del -30% respecto al número de ocurrencias históricas por décadas. (PNACCRD, 2016).

Por consiguiente, en términos de escenarios de clima futuro para la República Dominicana se concluye que:

- **Las temperaturas mínimas aumentarán de entre 1°C y hasta 3°C hacia 2050 y alcanzarán valores de cambio de entre 2°C y hasta 6°C hacia el 2070**, donde sólo la Provincia de Independencia (Jimaní) que podrá presentar cambios negativos (temperaturas más frías) de entre -1°C y -2°C durante el periodo lluvioso. hacia el 2070, los cambios aumentarán más de entre 2°C y hasta 6°C, siendo más evidentes los cambios en las provincias de Barahona, Monte Plata, La Romana, Hato Mayor y San Juan, siendo este último el más extremo. (PNACCRD, 2016).
- **Las temperaturas máximas tendrán un incremento más marcado, generalizado y podrán aumentar de entre 2°C y 3°C hacia el 2050 y de 3°C a 5°C hacia el 2070.** Existe la excepción de las Provincias de Samaná e Independencia quienes podrán mostrar cambios, con valores cercanos a su variabilidad natural, la cual hoy en día muestra cambios de entre 1°C y 3°C. Se destaca que serán las provincias de Barahona, Monte Plata, Distrito Nacional, Hato Mayor y San Juan donde podrán ser más notorios estos cambios. (PNACCRD, 2016).
- **La temporada de secas (diciembre-abril) podrá intensificarse aún más hacia el 2050 y 2070.** A nivel puntual y bajo cualquier tipo de forzamiento radiativo los Modelos coinciden mayormente en una disminución en la lluvia total de hasta 50% respecto a los valores históricos en las provincias de Independencia, Puerto Plata, San Juan y Santiago, así como disminuciones de entre 10 y 30% en provincias