



Uptc[®]

Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



repositorio.uptc@uptc.edu.co



CONVENIO UPTC-IGAC
Programa de Maestría en Geografía



**INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS EN EL
TERRITORIO MUNICIPAL DE CHÍA, CUNDINAMARCA/COLOMBIA**

Problemáticas ambientales relacionadas para el siglo XXI

MIGUEL ANGEL CASTIBLANCO SIERRA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA - UPTC
Bogotá D.C., Noviembre de 2021

**INTERVENCIONES ANTROPOGEOLOGICAS EN EL
TERRITORIO MUNICIPAL DE CHÍA, CUNDINAMARCA/COLOMBIA**

Problemáticas ambientales relacionadas para el siglo XXI

Por:

MIGUEL ANGEL CASTIBLANCO SIERRA

Geógrafo, Especialista SIG

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC e
Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC en cumplimiento de los requisitos para el grado de:

MAGÍSTER EN GEOGRAFÍA

Programa de Estudios de Posgrado en Geografía (EPG)

Tutor:

MSc. HÉCTOR JAIME LÓPEZ SALGADO

Línea de investigación:

GEOGRAFÍA AMBIENTAL

2021

DEDICATORIA

A Dios creador por la vida

A Maryita y Miguelito por su amor incondicional

A Julio Cesar por su entrañable hermandad

*A la memoria de mis padres Eunice y Miguel quienes
siempre me acompañan en el corazón*

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa toda su gratitud a quienes de una u otra manera contribuyeron a la realización de este proyecto, en especial:

A mi director el profesor Héctor Jaime López Salgado (MSc.); por sus excelentes orientaciones y consejos, el constante acompañamiento, y porque en el encontré amistad y grandes virtudes más allá de lo profesional.

A los jurados Rigaud Sanabria Marín (PhD.) y Pedro Karin Serrato (MSc.), por las oportunas observaciones y esmero en la revisión del trabajo.

A mis docentes de la maestría y al EPG (UPTC) en cabeza del Dr. Wladimir Mejía Ayala, quienes en las aulas me brindaron sus valiosos aportes, retroalimentaciones y comentarios.

Al CIAF - IGAC, por la ayuda con el suministro de información e insumos, y por ser en repetidas ocasiones mi morada laboral.

Asimismo, agradezco profundamente a mi esposa y colega Margarita María Galvis y a mi hijo Miguel Santiago Castiblanco, por su firme apoyo, auxilio, comprensión y paciencia familiar.

A Maritza Ardmirola Ayarza por su carisma y disposición positiva en todos los temas administrativos del posgrado.

A Omar Jaramillo, amigo, colega y compañero de cohorte con quien compartimos innumerables experiencias y saberes.

A Francisco “Pachito” Pérez (q. e. p. d.) quien en vida motivo siempre mi continuidad en los estudios.

Y al profesor Kim G. Robertson, a quien siempre admiraré por todo su conocimiento y enseñanzas, por su afecto, y de quien retomé gran parte de las ideas aquí desarrolladas.

RESUMEN

INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS EN EL TERRITORIO MUNICIPAL DE CHÍA, CUNDINAMARCA/COLOMBIA

Problemáticas ambientales relacionadas para el siglo XXI

Por

MIGUEL ANGEL CASTIBLANCO SIERRA

Este trabajo se centra en la comprensión del fenómeno antropogeomorfológico municipal y de sus relaciones respecto a las problemáticas ambientales actuales del territorio. Para esto se tomó como base el enfoque conceptual de los sistemas morfogénicos y aportes desde las subdisciplinas geomorfología antropogénica y geografía ambiental. Se realizó la observación y descripción de los aspectos geomorfológicos tanto naturales como humanos a partir de la revisión documental, el trabajo de campo y la interpretación de insumos geoespaciales (fotografías aéreas, modelos de elevación del terreno e imágenes satelitales), y se complementó a través de la medición y análisis de información cuantitativa. Por su parte, la etapa explicativa se fundamentó en el análisis documental cualitativo mediante la consulta detallada de información textual sobre las problemáticas (informes institucionales, diagnósticos, prensa y otros) y la codificación de citas, lo que permitió vincular causas, actores, implicaciones ambientales y decisiones territoriales alrededor de las intervenciones. Como resultados se obtuvo la descripción geomorfológica natural a escala 1:25.000, con la distinción de ambientes y geofomas específicas, destacándose los procesos fluviales activos con inundaciones periódicas. Otro resultado fue el recuento geohistórico de las acciones antropogénicas con caracterizaciones a escala 1:10.000 para cuatro periodos de referencia (1940, 1977, 2000 y 2020), y en cuya descripción sobresale la evolución creciente de los modelados urbanogénicos, de tránsito, gestión hídrica y minería. Se definieron además los patrones y tendencias de cambio de las acciones antrópicas, y se estimó asimismo la huella de las antropogeofomas en términos de la magnitud de sus excavaciones y acumulaciones. Al final, se muestran y explican los lazos entre intervenciones y problemáticas ambientales para las primeras décadas del presente siglo, y se efectúa a manera de conclusión una síntesis de los aspectos más relevantes de la investigación.

Palabras clave: Altiplano de Bogotá; antropización; cartografía retrospectiva-evolutiva; huella antropogeomorfológica; impactos, riesgos y conflictos ambientales.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE APÉNDICES	ix
ABREVIATURAS, SIGLAS Y SÍMBOLOS	x
GLOSARIO	xi
INTRODUCCIÓN	1
1. PRESENTACIÓN.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Hipótesis	8
1.4 Objetivos.....	8
1.5 Justificación y pertinencia	9
1.6 Alcance e impacto.....	9
1.7 Área de estudio	10
1.8 Delimitación temporal	13
1.9 Marco legal.....	14
2. REFERENTE TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	15
2.1 Geodinámica superficial	15
2.1.1 La idea proceso-forma.....	15
2.1.2 El sistema morfogénico	17
2.2 Relaciones sociedad-naturaleza	18
2.2.1 La transformación humana de la Tierra.....	20
2.2.2 La antropización en geomorfología.....	21
2.3 Problemáticas ambientales.....	26
2.3.1 Impactos y riesgos	28
2.3.2 Conflictos de contenido ambiental	29
3. METODOLOGÍA.....	31
3.1 Observación	32
3.1.1 Fotointerpretación.....	32
3.1.2 Trabajo de campo	33
3.2 Descripción.....	34
3.2.1 Caracterización	34
3.2.2 Análisis espacial	35
3.3 Explicación	37
3.3.1 Análisis cualitativo de información	38
3.3.2 Síntesis interpretativa de resultados.....	38

4.	BASE GEOMORFOLÓGICA NATURAL.....	39
4.1	Factores condicionantes.....	40
4.1.1	Sustrato y formaciones superficiales	40
4.1.2	Morfoestructura y pendientes	41
4.1.3	Morfo-evolución y bioclima.....	46
4.2	Sistemas morfogénicos naturales.....	48
4.2.1	Ambiente periglacial heredado.....	48
4.2.2	Ambiente estructural.....	50
4.2.3	Ambiente coluvio-aluvial	53
4.2.4	Ambiente fluvio-lacustre	55
4.2.5	Ambiente fluvial.....	56
4.3	Procesos morfodinámicos naturales.....	58
4.3.1	Potencial hidro-gravitatorio en la montaña.....	58
4.3.2	Transferencia y amortiguamiento en el altiplano	59
5.	INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS	61
5.1	Geohistoria del accionar antropogénico	61
5.1.1	Periodo Prehispánico	61
5.1.2	La Colonia; siglos XVI, XVII y XVIII.....	64
5.1.3	La República en el siglo XIX	66
5.1.4	La República en el siglo XX.....	68
5.1.5	La República en el siglo XXI	77
5.2	Sistemas morfogénicos antrópicos en el presente.....	81
5.2.1	Modelados agrogénicos	81
5.2.2	Modelados ligados a la minería, la industria y los residuos	82
5.2.3	Modelados ligados a la gestión hídrica.....	83
5.2.4	Modelados ligados al tránsito	84
5.2.5	Modelados ligados a la urbanización.....	86
5.3	Patrones y tendencias de las intervenciones antropogeomorfológicas	92
5.3.1	Intervenciones sobre la morfología natural	95
5.3.2	Intervenciones en función de la división territorial	99
5.3.3	Intervenciones en función de la zonificación ambiental.....	100
5.4	La huella antropogeomorfológica en el municipio de Chía.....	102
6.	PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES RELACIONADAS	109
6.1	Causas y actores involucrados en la antropización geomorfológica.....	110
6.2	Consecuencias ambientales de las acciones antropogeomorfológicas.....	112
6.2.1	Impactos ambientales generados	112
6.2.2	Riesgos ambientales inducidos.....	115
6.2.3	Conflictos ambientales detonados	118
6.3	Determinaciones y responsabilidades frente a las problemáticas	123
6.4	Síntesis.....	125
	CONCLUSIONES.....	129
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
	RECURSOS WEB.....	140
	APÉNDICES.....	140

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio	10
Figura 2. Vista oblicua del territorio municipal de Chía.....	12
Figura 3. Interacción proceso-forma.....	16
Figura 4. El sistema morfogénico	17
Figura 5. El vaivén dialéctico del espacio geográfico.....	19
Figura 6. La influencia humana en geografía física.....	22
Figura 7. Interrelaciones entre el ambiente geomorfológico y el agente humano	27
Figura 8. Flujograma metodológico.....	31
Figura 9. Panorámica del Altiplano de Bogotá sector Chía	39
Figura 10. Mapa geomorfológico regional	40
Figura 11. Mapa geológico del municipio de Chía.....	43
Figura 12. Mapa de pendientes y altitud del municipio de Chía.....	45
Figura 13. Ambiente periglaciario heredado.....	49
Figura 14. Ambiente estructural.....	51
Figura 15. Ambiente coluvio-aluvial	53
Figura 16. Ambiente fluvio-lacustre	55
Figura 17. Ambiente fluvial	56
Figura 18. Material de antiguo deslizamiento en manto de derrubios (Cm).....	60
Figura 19. Desbordes del río Bogotá (Fa) e inundación de cubetas (Fc).....	60
Figura 20. Camellones muiscas del periodo prehispánico	63
Figura 21. Modelo de ocupación humana en el periodo colonial	65
Figura 22. Ejemplos de intervenciones hacia mediados del siglo XIX.....	68
Figura 23. Ejemplos de intervenciones a finales del siglo XIX y principios del XX	70
Figura 24. Ejemplos de intervenciones a mediados y finales del XX.....	73
Figura 25. Mapa antropogeomorfológico año 1940.....	74
Figura 26. Mapa antropogeomorfológico año 1977.....	75
Figura 27. Mapa antropogeomorfológico año 2000.....	76
Figura 28. Principales objetos y acciones antropogeomorfológicas para el siglo XXI.....	79
Figura 29. Crecimiento poblacional y hechos antropogénicos más representativos.....	80
Figura 30. Ejemplos de intervenciones agrogénicas.....	87
Figura 31. Ejemplos de intervenciones por minería, industria y disposición de residuos	88
Figura 32. Ejemplos de intervenciones por gestión hídrica	89
Figura 33. Ejemplos de intervenciones por tránsito y transporte.....	90
Figura 34. Ejemplos de intervenciones urbanogénicas	91
Figura 35. Cubrimiento porcentual de los tipos de modelados antropogeomorfológicos agrupados por año de caracterización.....	92
Figura 36. Extensión en longitud y área de los modelados antropogeomorfológicos específicos por año de caracterización	94
Figura 37. Extensión en longitud y área de los modelados antropogeomorfológicos agrupados por ambientes morfogénicos naturales y año de caracterización	96
Figura 38. Valores porcentuales de intervención de los modelados antropogeomorfológicos específicos para el año 2020 por geformas naturales específicas.....	97
Figura 39. Cubrimiento porcentual de los modelados antropogeomorfológicos agrupados por unidades administrativas municipales.....	100
Figura 40. Cubrimiento porcentual de los modelados antropogeomorfológicos agrupados por zonas ambientales del POMCA.....	101

Figura 41. Volúmenes totales de excavación y acumulación de material por modelados antropogeomorfológicos específicos para todo el territorio municipal	103
Figura 42. Variación porcentual del volumen de excavación y acumulación entre periodos caracterizados por modelados antropogeomorfológicos específicos	104
Figura 43. Tasas de la huella antropogeomorfológica por modelados agrupados y por año de caracterización	105
Figura 44. Volúmenes absolutos de excavación y acumulación para el año 2020 por geoformas naturales específicas	107
Figura 45. Mapa de la huella antropogeomorfológica para el año 2020.....	108
Figura 46. Nube de palabras predominantes en la codificación documental	109
Figura 47. Ejemplos de impactos asociados a las acciones antropogeomorfológicas.....	114
Figura 48. Ejemplos de la influencia antropogeomorfológica en las condiciones de riesgo	117
Figura 49. Principales conflictos asociados con las acciones antropogeomorfológicas	123
Figura 50. Problemáticas ambientales relacionadas con acciones antropogeomorfológicas en Chía.....	126

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de clasificación de las geoformas antrópicas	23
Tabla 2. Insumos usados en la fotointerpretación.....	33
Tabla 3. Variables y atributos de los sistemas morfogénicos naturales	35
Tabla 4. Variables y atributos de los sistemas morfogénicos antrópicos.....	35
Tabla 5. Unidades crono-lito-estratigráficas	42
Tabla 6. Geoformas del ambiente periglacial heredado.....	49
Tabla 7. Geoformas del ambiente estructural	52
Tabla 8. Geoformas del ambiente coluvio-aluvial	54
Tabla 9. Geoformas del ambiente fluvio-lacustre	55
Tabla 10. Geoformas del ambiente fluvial.....	57
Tabla 11. Modelados agrogénicos	81
Tabla 12. Modelados mineros, industriales y de residuos	82
Tabla 13. Modelados por gestión hídrica.....	84
Tabla 14. Modelados por tránsito y transporte	85
Tabla 15. Modelados urbanogénicos	86

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE A. Interpretación, digitalización, cálculo y categorización de información....	141
APÉNDICE B. Guía de lectura para las tablas descriptivas	141
APÉNDICE C. Mapa geomorfológico natural	142
APÉNDICE D. Mapa antropogeomorfológico año 2020	143
APÉNDICE E. Mediciones absolutas individuales	144
APÉNDICE F. Mediciones absolutas de superposición en hectáreas y kilómetros.....	145
APÉNDICE G. Mediciones de área-volumen de la huella antropogeomorfológica (HGF)	148
APÉNDICE H. Mediciones de volumen de la HGF respecto a las geoformas naturales	149
APÉNDICE I. Principales relaciones de las intervenciones antropogeomorfológicas	150

ABREVIATURAS, SIGLAS Y SÍMBOLOS

%	: porcentaje
2D	: dos dimensiones
3D	: tres dimensiones
ANLA	: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
aprox.	: aproximadamente
AP	: antes del presente
°C	: grados Celsius (centígrados)
CAR	: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CIAF	: Oficina Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica
DANE.	: Departamento Nacional de Estadística
d. C.	: Después de Cristo
EEP	: Estructura Ecológica Principal
EPG	: Estudios de Posgrado en Geografía
Ha	: Hectárea(s)
HGF	: Human Geomorphic Footprint
IDEAM	: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INGEOMINAS	: Instituto Colombiano de Geología y Minería
ITC	: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences
JAC	: Junta de Acción Comunal
km (s)	: kilómetro(s)
km ²	: kilómetros cuadrados
m	: metros
Ma	: millones de años
mm	: milímetros
m s. n. m.	: metros sobre el nivel del mar
MADS	: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MDT	: Modelo Digital del Terreno
NE	: noreste
PMA	: Plan de Manejo Ambiental
POMCA	: Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica
POT	: Plan de Ordenamiento Territorial
PTAR	: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
RFPN	: Reserva Forestal Protectora Nacional
RFPP	: Reserva Forestal Protectora Productora
SIG	: Sistema de Información Geográfica
SINAP	: Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SW	: suroeste
TGS	: Teoría General de Sistemas
UPTC	: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
v	: versión

GLOSARIO

- Altiplano*: unidad geomorfológica de extensión regional, plana, elevada y de suave modelado, que se origina a partir de depresiones tectónicas, que en diferentes estadios evolutivos son ocupadas por cuerpos de agua y/o con material detrítico de diferentes génesis (Serrato, 2009).
- Antropización*: toda intervención de las sociedades humanas sobre los elementos naturales. Se trata de la acción del hombre considerado como un agente medioambiental (Hypergé, 2004).
- Antropogeomorfología*: estudio de las interacciones humanas en la creación y modificación de las formas y procesos geomórficos terrestres (Huggett, 2017).
- Antropogeoforma*: objeto superficial terrestre artificial, específico y distintivo, internamente organizado, y resultante del accionar humano que la creó.
- Conurbación*: proceso en el que un grupo de ciudades que en un principio se generan por separado se aproximan y juntan en su evolución (López y Barata, 2015).
- Chucua*: cuerpo de agua intermitente que alimenta los ríos más importantes del municipio y controlan y amortiguan las inundaciones; a pesar de contar con franja de protección están expuestos a los rellenos ilegales, taponamientos y canalizaciones (Alcaldía de Chía, s.f).
- Disturbio*: es la perturbación generada por cualquier evento que interrumpe el funcionamiento ecosistémico, y cuyos agentes pueden ser físicos, biológicos o humanos (Huggett, 2010).
- Entidad*: objeto discreto y definido que se sitúa en el espacio-tiempo, que almacena su representación geográfica y propiedades (atributos) generalmente en puntos, líneas o polígonos (ESRI, 2019).
- Geomorfología ambiental*: área de las ciencias de la Tierra que examina las relaciones entre el hombre y el ambiente desde el punto de vista geomorfológico (Panizza, 1996).
- GeoPackage*: formato de archivo universal construido sobre la base de SQLite, para compartir y transferir datos espaciales vectoriales y ráster (MappingGIS, 2021).
- Huella antropogeomorfológica*: medidas y valores de superficie y volumen asignadas a las antropogeoformas (Cendrero et al., 2006).
- Modelado*: conjunto de geoformas y de formaciones superficiales resultantes de los procesos ligados a la dinámica externa terrestre (Flórez, 2003; IDEAM, 2010).
- Paisaje*: producción social del espacio, parte de la transformación colectiva de la naturaleza y proyección cultural de una sociedad en un espacio determinado (Ramírez, 2015).
- Procesos antrópicos*: en el ámbito geomorfológico son los provocados por la actividad humana, la cual puede ser directa (modelado del terreno) e indirecta con la aceleración de procesos o provocando otros nuevos (Lugo, 2011).
- Relieve*: conjunto de geoformas resultantes de las fuerzas internas de la Tierra, es decir, de la morfoestructura geológica (Flórez, 2003; IDEAM, 2010).
- Sistema morfogénico*: conjunto de los diversos procesos interdependientes que contribuyen a modelar la superficie terrestre (Flórez, 2003; IDEAM, 2010).
- Territorio*: espacio estructurado, apropiado y ordenado ligado a la soberanía; en el que se proyectan, concretan y expresan las decisiones y directrices emanadas del poder y, consecuentemente, del modelo organizativo determinado por los agentes que lo ostentan (Manero, 2015).
- Vallado*: canales artificiales generalmente paralelos a las vías, que conducen los excedentes del agua lluvia a los cuerpos de agua naturales del municipio (Alcaldía de Chía, s.f).

INTRODUCCIÓN

El municipio de Chía se sitúa en el centro del país sobre la Cordillera Oriental andina colombiana, concretamente en el Altiplano de Bogotá también reconocido como Sabana de Bogotá. Por sus condiciones biofísicas, de oferta ambiental y la herencia histórica de ocupación humana, el territorio chiense y su entorno regional han experimentado progresivamente la migración poblacional, el crecimiento urbano y la transformación de los paisajes; que, en tiempos recientes, se han traducido también en la desnaturalización de las geoformas con importantes cambios a nivel espacial y ambiental.

La presente investigación se desarrolla de esta manera sobre el tema de la antropización geomorfológica, que se puede definir como el papel de las sociedades humanas en la creación artificial de geoformas y en la modificación de los procesos concernientes. La intervención del hombre y su influencia sobre la superficie terrestre ha sido y son aún temas vigentes para los estudios geográficos, y fenómenos como las intervenciones antropogeomorfológicas vienen adquiriendo preeminencia por estar profundamente relacionados con la interfaz biofísica y sociocultural de los territorios.

A nivel global la situación de la artificialización geomorfológica viene desencadenando a su vez desequilibrios ecológicos; con consecuencias negativas como la degradación ambiental, la destrucción del medio natural, la presión sobre los recursos y el desarrollo de tensiones entre quienes habitan y gestionan el espacio geográfico. Al respecto, los estudios antropogeomorfológicos, como parte de la geografía ambiental, no solo han indagado por el conocimiento amplio de las formas terrestres artificialmente creadas, sino que, además, muestran un interés particular por las causas, consecuencias y los aspectos socioeconómicos implicados que contribuyen en estas dinámicas.

En ese orden de ideas, la investigación de esta problemática geográfica en el territorio municipal reside en el interés de conocer las condiciones geomorfológicas tanto naturales como antrópicas; que en las primeras observaciones de campo muestran importantes transformaciones; y, asimismo, el estudio se realiza para esclarecer la manera en que se relacionan las intervenciones antropogeomorfológicas con las problemáticas ambientales del municipio en años recientes. Por otra parte, el trabajo revela el interés académico y personal por profundizar en la *proyección social de la geomorfología*, por incorporar el uso de nuevas herramientas geotecnológicas, por desarrollar otras alternativas para el quehacer geográfico en el país, y por brindar conocimiento propicio para la gestión y la toma de decisiones más acordes con la sostenibilidad ambiental local.

La estructura del documento se organiza en 6 capítulos con el siguiente contenido:

Un primer capítulo de presentación que contiene los antecedentes temáticos, el planteamiento del problema, la hipótesis, objetivos, descripción general del caso de estudio, su delimitación temporal, así como otros aspectos que definen la formulación del proyecto.

El segundo capítulo, donde se desarrollan las bases teóricas y de los conceptos que orientan la investigación; que aborda aspectos claves sobre la geodinámica superficial terrestre con énfasis en los *sistemas morfogénicos*, y discute igualmente sobre las relaciones sociedad-naturaleza y la importancia de los procesos de transformación y antropización terrestre: *clasificaciones y análisis antropogeomorfológicos*. Al final de este apartado se incorporan elementos conceptuales fundamentales sobre los *impactos, riesgos y conflictos* con contenido ambiental.

El tercer capítulo que define el proceso metodológico en tres fases de investigación. La *observación* soportada en las técnicas de fotointerpretación geomorfológica y el trabajo de validación en campo; la *descripción* que posibilitó precisar en las particularidades, dinámicas y procesos de los diferentes objetos de estudio mediante la caracterización y el análisis espacio-temporal; y la *explicación* destinada al análisis cualitativo y la reflexión interpretativa de los resultados.

El capítulo cuatro que da respuesta a la primera inquietud investigativa: ¿cuáles son las condiciones geomorfológicas naturales del municipio de Chía? En esta sección se abordan los factores condicionantes litológicos, morfoestructurales, de pendientes y morfo-evolución; incorporando una clasificación geomorfológica definida en ambientes y geoformas específicas a escala 1:25.000, y una descripción sucinta sobre los principales procesos morfodinámicos naturales que rigen en el municipio.

El capítulo cinco que responde a la segunda pregunta de investigación: ¿cómo han evolucionado las intervenciones antropogeomorfológicas en el territorio municipal? En el que se elabora una minuciosa descripción geohistórica sobre los hitos antropogénicos; apoyada igualmente por clasificaciones antropogeomorfológicas a escala 1:10.000 con tipologías y modelados específicos, y complementada al final por un análisis cuantitativo de los patrones, tendencias y la huella derivada de las antropogeofomas.

El sexto capítulo responde la tercera pregunta: ¿cuáles son las causas, actores, consecuencias y decisiones territoriales asociadas con las intervenciones? Donde se explican y detallan los impactos generados, los riesgos inducidos y los conflictos detonados vinculados. Las conclusiones finalmente sintetizan los aspectos más relevantes, y que dan respuesta a la manera en que se relacionan las intervenciones antropogeomorfológicas y las problemáticas ambientales en Chía durante el siglo XXI.

1. PRESENTACIÓN

En el marco de la Maestría en Geografía del convenio UPTC-IGAC programa Estudios de Posgrado en Geografía EPG, y con el propósito de elaborar y sustentar un trabajo de corte científico, se presenta a continuación la siguiente investigación. La finalidad del trabajo consiste en generar nuevo conocimiento respecto al fenómeno geográfico de la antropización geomorfológica, y en ese sentido, relacionar las diversas problemáticas ambientales que se derivan de estos procesos para el caso de estudio.

El proyecto se enmarca en la línea Geografía Ambiental y centra su interés en la influencia de las actividades humanas sobre los sistemas geomorfológicos; acciones y cambios que paulatinamente han desencadenado desequilibrios sobre el medio natural y han ocasionado desacuerdos entre los diferentes actores geográficos que construyen el territorio. El estudio pretende mejorar el entendimiento y la comprensión de estas particularidades espacio-temporales, y de esta manera, plantea mediante su análisis la reflexión respecto a las situaciones ambientales problemáticas que se vienen gestando a nivel local.

1.1 Antecedentes

La *geomorfología antropogénica* como subcampo de la investigación geográfica, ha venido adquiriendo un mayor número de partidarios e interesados, especialmente desde el seno de la geografía física y ambiental. Los trabajos en antropogeomorfología se han fortalecido a raíz de la notable importancia que han adquirido las acciones humanas en todo el planeta, y su progreso como disciplina investigativa se ve reflejado en el aumento de su producción científica y en su orientación crítica respecto a los efectos ambientales que afectan el espacio geográfico (proyección social).

A nivel internacional, los trabajos teóricos que más sobresalen en referencia a los estudios antropogeomorfológicos son los libros: *Man, a Geomorphologic Agent* (Nir, 1983), *Anthropogenic Geomorphology. A guide to man-made landforms* (Szabó et al., 2010), *Geomorphology and Society* (Meadows y Lin, 2016) y *Geomorphology in the Anthropocene* (Goudie y Viles, 2016). Otras publicaciones importantes incluyen los artículos y capítulos: *La Geomorphologie et les hommes* (Tricart, 1956), *Man shapes the Earth* (Brown, 1970), *Human influence in geomorphology* (Goudie, 1993), *Man as geomorphological agent* (Piacente, 1996), *On the history of humans as geomorphologic agents* (Hooke, 2000), *Neogeomorphology* (Haff, 2003), *Human activity and Geomorphology* (Lóczy y Sütö, 2011), *The geomorphology of the*

Anthropocene: emergence, status and implications (Brown et al., 2017), *A review on anthropogenic geomorphology* (Li et al., 2017), *From features to fingerprints: A general diagnostic framework for anthropogenic geomorphology* (Tarolli et al., 2019); y en nuestro idioma español los artículos: *Acción humana y procesos geológicos superficiales: ¿qué le estamos haciendo a la faz de la Tierra?* (Cendrero et al., 2006) y *El papel del hombre en la creación y destrucción del relieve* (Gutierrez, 2007).

Es importante resaltar en este contexto los diversos trabajos prácticos que se vienen desarrollando en Europa, especialmente desde Hungría, Italia, Alemania, Polonia, Francia, Inglaterra, entre otros; asimismo en Japón, China, La India y Egipto; como también, los notables avances emprendidos en Brasil, afianzados por los trabajos de Rodrigues (2005, 2010), y con un significativo número de disertaciones doctorales, de maestría y artículos que han dado un mayor interés al tema.

Por el contrario, en el contexto nacional, los estudios sobre las acciones antrópicas en geomorfología no han sido tan profusos como en otros lugares. Las investigaciones geomorfológicas en Colombia se han encaminado mayormente a la caracterización y mapeo de procesos naturales singulares como la tectónica, el vulcanismo, la remoción en masa, la dinámica fluvial y costera, entre otros; y en su relación determinante con la manifestación de eventos naturales amenazantes o la génesis y desarrollo de suelos. No obstante, algunos trabajos si han viabilizado un acercamiento gradual hacia al acontecer antropogénico de manera genérica, sin detallar o profundizar en las relaciones que se dan entre el medio físico de las geoformas y las complejas intervenciones que realizan desde la sociedad.

Se destacan así por su relevancia los aportes iniciales de Khobzi y Usselmann (1974) quienes mencionan algunas consecuencias generales de la actividad humana en la geomorfología nacional; el trabajo de Flórez (1986) para un sector de la Cordillera Central que profundiza sobre los efectos de la antropización en las dinámicas de las vertientes; varias consideraciones del trabajo de Villota en el Instituto geográfico Agustín Codazzi IGAC (2005) y que da elementos sobre la erosión nacional inducida por el hombre; y el trabajo de Hermelín (2007) que recalca sobre la importancia de la influencia poblacional, minera, urbana, ganadera y de deforestación en los sistemas morfogénicos de la región antioqueña.

Otras producciones bastante representativas en Colombia incluyen la tesis de Ceballos (2006) que define patrones geomorfológicos de ocupación para las cabeceras municipales colombianas; la investigación de Serrato, también publicación del IGAC (2007b) que estudia la organización socio-espacial de la apropiación geomorfológica de los cañones colombianos; el artículo de Rangel (2009) desde el que se aborda la influencia antropogénica en el litoral Caribe con énfasis en los impactos negativos; y

de gran significancia las publicaciones de Flórez (2003) y del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2010), que incorporan el componente antrópico desde los usos y su afectación en la morfogénesis, y sintetizan efectivamente las relaciones socioambientales de oferta, degradación y amenazas de los sistemas morfogénicos colombianos.

A nivel regional y propiamente en la geomorfología tradicional sobresalen producciones científicas de importancia para la zona de estudio, como el trabajo geohistórico de Van der Hammen respecto a la conformación geológica y la destrucción ecológica reciente en el Altiplano de Bogotá (1998, 2003); asimismo el desarrollo cartográfico en geomorfología elaborado en INGEOMINAS por Carvajal (2004, 2005), y que identifica para la Sabana de Bogotá algunas geoformas artificiales; y el análisis geomorfológico realizado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR (2006), desde el que se integran procesos morfogénicos y algunos elementos de la ocupación humana para toda la cuenca del río Bogotá. En el contexto de la gestión ambiental regional, la CAR (2006, 2018a) precisa desde los instrumentos POMCA (subcuencas Tibitoc-Soacha y Río Frío) en descripciones geomorfológicas y algunos impactos que se consideran de carácter antropogeomorfológico (como la minería en canteras y la reconstrucción de diques fluviales); y desde el POT de Chía (Alcaldía de Chía, 2000, 2016a) se destacan algunos elementos entre la estructura ecológica principal del municipio y las actividades sociales, con propuestas y acciones en cuanto a la recuperación geomorfológica por actividades antrópicas.

Sumado a los avances descritos tanto a nivel nacional como regional, se considera además valioso referir algunos trabajos recientes para la escala local, y que desde varias disciplinas han abordado las dinámicas de los cambios espaciales en Chía. Se desatacan así por su relación, las investigaciones de Vargas y Cifuentes (2006) e Isaza (2008) sobre conurbación; y los estudios de Bautista sobre crecimiento urbano (2014), Angarita respecto a la expansión urbana (2015), Ávila sobre las configuraciones territoriales (2017) y Contreras (2017) y Quiñones (2019) sobre la vivienda municipal. Son igualmente sobresalientes los estudios de Cortes y Rubio relacionados con el comportamiento de la cobertura vegetal (2016), el de Soler respecto a los procesos socio-espaciales en el río Frío (2018), el de Afanador sobre la dinámica de este mismo río (2019), y el de Domínguez y Nossa sobre los cambios en las coberturas municipales (2019).

Aunque ninguno de estos trabajos indica y explica explícitamente las transformaciones municipales como acciones antropogeomorfológicas, los resultados de estas pesquisas si relacionan en la mayoría de los casos este tipo de intervenciones del espacio geográfico con la alteración y degradación ambiental; razón por la que, son de gran importancia y aporte para las pretensiones del presente proyecto.

1.2 Planteamiento del problema

De acuerdo con Cendrero et al. (2006), la capacidad humana para influir sobre los procesos terrestres superficiales se ha incrementado notablemente en la actualidad. Los procesos son más complejos, con un mayor número de materiales incorporados y tecnologías más eficientes (Haff, 2003). La situación define así un predominio de la influencia antrópica a nivel global, que, en consecuencia, ha convertido a la humanidad en la actualidad en el primer agente geomorfológico que esculpe el paisaje terrestre (Hooke, 2000). El consenso es que el agente humano presenta la misma importancia que los demás factores geomorfológicos, con la consideración de que prácticamente ningún sitio sobre la superficie terrestre se encuentra exento de ser influenciado por las acciones antrópicas.

En ese orden de ideas, para el municipio de Chía y su entorno regional (cuenca alta del río Bogotá), las observaciones iniciales en campo indican un comportamiento antropogénico cambiante, con una marcada intervención sobre las condiciones geomorfológicas naturales, que inciden a su vez sobre los diferentes aspectos ambientales. Parte de estas implicaciones fueron vislumbradas décadas atrás por el profesor Van der Hammen, quien ya alertaba para ese entonces sobre un panorama preocupante. Al respecto un fragmento de su reflexión:

“El paisaje del valle del río Frío es muy típico y querido por los habitantes de Chía. Requiere de una restauración ecológica y paisajística, que puede ser parte del plan de ordenamiento, pero tiene una gran potencia para la recreación pasiva-contemplativa...”

Este paisaje es de todos y no debe impactarse negativamente ni destruirse por intereses particulares, pues su conservación es en bien de todos los habitantes de Chía (como de los visitantes de la capital y otros municipios) es, por lo tanto, un deber de todos. En primer lugar, no se debe violar la ronda del río con construcciones, pero tampoco el valle del río con urbanizaciones, conjuntos cerrados o campos deportivos. En el pasado el declive desde la planicie de la Sabana hasta la planicie del valle del río, cerca del núcleo urbano de Chía, se ha utilizado localmente como basurero y luego para urbanizaciones, lo que ha quitado algo de la vista hermosa que todavía existe, y que podría llegar a ser mucho mejor todavía, haciendo de Chía un pueblo bonito con una vista sobre un paisaje bello...

La conservación y restauración del paisaje del río Frío requiere un respeto total de su cauce, de su ronda y de su valle, especialmente en cuanto a urbanizaciones u otras construcciones, en cuanto a cambiar el cauce del río (a cortar vueltas) y hacer rellenos, que acaban con el paisaje original”

(Van der Hammen, 1988).

En el presente, las transformaciones con acciones directas e indirectas, deliberadas y no intencionales, se reflejan en una importante diversidad de modelados antropogénicos, que se superponen a la morfología natural y alteran en efecto los diferentes procesos geosistémicos. Las evidencias físicas más distintivas del fenómeno incluyen claramente las canteras con minas a cielo abierto, las adecuaciones hidráulicas, instalaciones industriales y agroindustriales, construcciones para el esparcimiento, cuerpos de agua artificial, infraestructura vial y viviendas urbanas. No obstante, otros elementos espaciales como los terrenos deforestados, terrenos con cultivos, pastizales, canales, cortes, terraplenes, muros, diques, entre otros que se quieren indagar, son también relevantes para comprender la dinámica de la transformación municipal.

Sumado a los objetos espaciales, actividades como la deforestación, la agroindustria, la ganadería, y con mayor peso la urbanización (principalmente en las zonas planas), se han convertido y son en la actualidad el gran motor que definen el incremento de las intervenciones, y el aumento y complejización de las problemáticas ambientales. Las actividades antrópicas, en la medida en que avanzan, interfieren con mayor grado e impacto sobre las geoformas naturales y sus procesos morfodinámicos originales; las consecuencias a grandes rasgos son básicamente la aceleración de los procesos denudativos; la intensificación de la inestabilidad en laderas; la degradación de suelos y cobertura vegetal; y substancialmente, el desarrollo de desajustes sobre la dinámica fluvial.

Un claro ejemplo de estas repercusiones, y tal vez una de las problemáticas más reconocidas y documentadas, corresponde a las extensas áreas urbanizadas de Chía afectadas por las fuertes inundaciones acaecidas durante el periodo 2010-2011¹ (CAR, 2018c). Este acontecimiento ha puesto de manifiesto las implicaciones negativas de muchas de las intervenciones antropogénicas que polémicamente son planificadas o autorizadas por las administraciones territoriales.

Las acciones de metamorfosis geomorfológica en Chía se potencializan en este sentido y causalmente por las dinámicas de migración regional y nacional; el crecimiento y densificación poblacional; la diversificación y expansión de actividades socioeconómicas; y de manera muy apreciable por las tareas infructuosas en el ordenamiento, la planificación y gestión de los usos del territorio. Sin embargo, las causas y actores geográficos que impulsan estas acciones en el municipio son en efecto bastante puntuales y diversos, y los problemas ambientales desencadenados a partir de estas dinámicas (impactos, riesgos y conflictos) son igualmente disimiles como complejos.

¹ En este periodo, eventos extremos de crecientes, desbordes y anegamientos asociados al Fenómeno de La Niña, afectaron gran parte del Territorio Nacional, demostrando consecuentemente los profundos inconvenientes de habitar y alterar estas áreas susceptibles.

- **Formulación**

A partir de las circunstancias expuestas, se identifican aspectos geográficos relevantes de indagar entre las dinámicas antropogeomorfológicas y la manifestación de problemas de tipo ambiental; y en efecto, se enuncia el siguiente interrogante principal de investigación:

¿De qué manera se relacionan las intervenciones antropogeomorfológicas en el municipio de Chía con las problemáticas ambientales que han afectado el territorio durante el siglo XXI?

Y derivadas de esta inquietud las siguientes preguntas secundarias:

- a. ¿Cuáles son las condiciones geomorfológicas naturales del municipio?
- b. ¿Cómo han evolucionado en el espacio-tiempo las intervenciones antropogeomorfológicas del territorio municipal?, y,
- c. ¿Qué causas, actores partícipes, consecuencias ambientales y decisiones territoriales se encuentran relacionadas con esas intervenciones?

1.3 Hipótesis

De manera general, la hipótesis que sustenta la investigación plantea que las intervenciones de antropización geomorfológica para el municipio de Chía son en la mayoría de los casos el punto de partida en las problemáticas ambientales; con un desarrollo diferencial en el tiempo y espacio, y una participación desigual entre actores. Los cambios han sido especialmente profusos para el altiplano.

Estas intervenciones han influenciado de diversas maneras la degradación del medio natural y la manifestación de conflictos, especialmente en relación con la generación de desequilibrios sobre la conservación y protección ecológica; la pérdida de la oferta ambiental en cuanto a vocación agrícola; la modificación y ocupación progresiva y densificada de áreas amenazadas por inundaciones y movimientos en masa, y; el incremento de pasivos ambientales.

1.4 Objetivos

General: Comprender integralmente las intervenciones antropogeomorfológicas y sus relaciones con las problemáticas ambientales en el municipio de Chía durante el siglo XXI.

Y como objetivos específicos:

- a. Reconocer las condiciones geomorfológicas naturales del municipio.
- b. Entender las intervenciones antropogeomorfológicas y su evolución espacio-temporal en el territorio.
- c. Identificar y relacionar causas, actores partícipes, consecuencias ambientales y decisiones territoriales de las intervenciones.

1.5 Justificación y pertinencia

Como se ha indicado, el municipio de Chía y su entorno vienen experimentando en años recientes cambios trascendentales en su configuración geográfica (espacial). La urbanización y densificación poblacional son notorias, como también la conflictividad territorial por las tensiones sociales. Sin embargo, muchas de las mutaciones no son tan claras y eficazmente entendidas por su complejidad.

Estudiar las dinámicas antropogeomorfológicas para Chía proporciona un nuevo enfoque que potencializará la comprensión de las realidades territoriales; y en ese sentido, el reconocimiento de las intervenciones antrópicas sobre el medio geomorfológico natural incluirá nuevo conocimiento y facilitará disponer de las mejores herramientas para gestionar acciones más armónicas con la sostenibilidad ambiental. El proyecto y la problemática definida son pertinentes para el ejercicio geográfico, por la importancia que proyecta la geografía de profundizar en la investigación integral de las relaciones sociedad-naturaleza; y para este caso particular, en detallar sobre la connotación relacional entre acciones antrópicas y procesos geomorfológicos.

1.6 Alcance e impacto

A nivel científico, se busca aportar a lo teórico-conceptual y metodológico de los estudios antropogeomorfológicos, así como impulsar una mejor cohesión e interacción interdisciplinar entre la geografía y la geomorfología. En lo académico, se espera una buena recepción del trabajo por la incorporación y análisis de una problemática creciente en todas las escalas; que incorpora relaciones variables de poder territorial y de apropiación insostenible de la naturaleza.

En lo social, el trabajo presta atención a las problemáticas relacionadas con la ocupación conflictiva del medio natural y la construcción diferencial del espacio geográfico; resalta la importancia de incorporar los avances en geotecnologías para explicar las relaciones entre geomorfología y antropósfera (proyección social); y proporciona oportunidades de integración de los resultados, conclusiones y recomendaciones en proyectos que apunten hacia una efectiva justicia ambiental.

A nivel municipal y regional se espera que los productos, análisis y conclusiones suministren información relevante, útil y operativa a los tomadores de decisiones, y les facilite la vinculación de elementos a la descripción de las dinámicas antrópicas en el territorio. De esta forma se busca contribuir al mejoramiento de las tareas de ordenamiento, planificación y gestión ambiental, para lo cual la investigación se dispondrá para la consulta de los entes territoriales y la comunidad en general.

1.7 Área de estudio

La investigación se desarrolla en el territorio municipal de Chía, que es una unidad espacial político-administrativa perteneciente al departamento de Cundinamarca en la República de Colombia. Chía se localiza en la parte central del país, hace parte de la Cordillera Oriental andina colombiana y se sitúa a su vez en la cuenca hidrográfica alta del río Bogotá (tributaria del área hidrográfica del río Magdalena), región también reconocida como la Sabana de Bogotá.

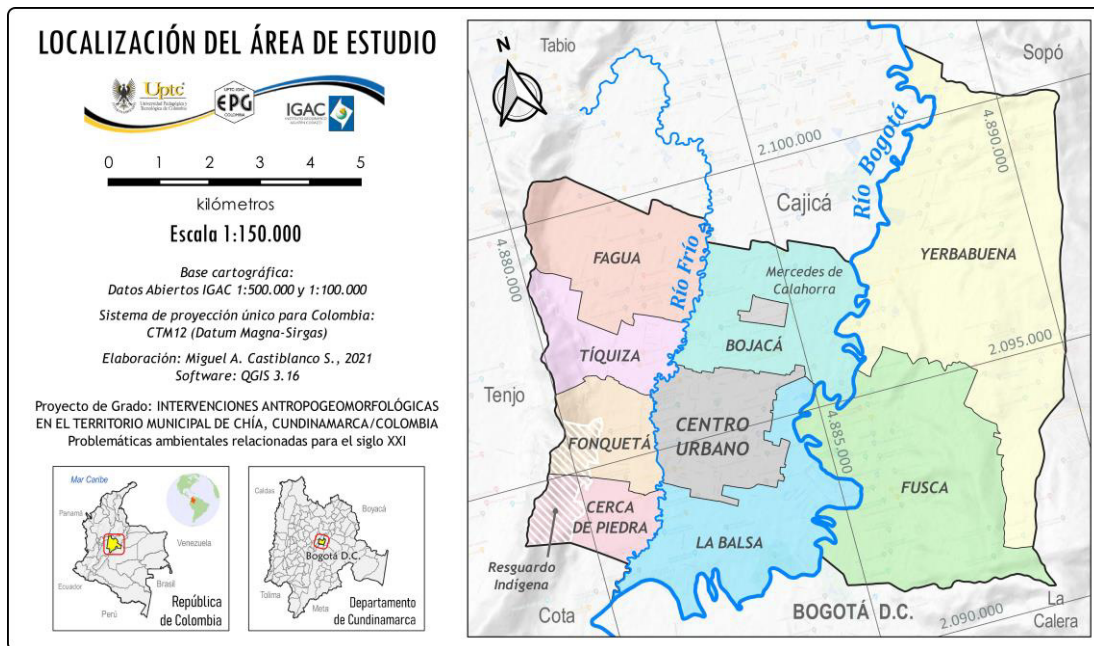


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio

Fuente: elaboración propia.

El área de estudio presenta una extensión cercana a los 80 km² (8.000 hectáreas), con elevaciones entre 2.540 y 3.230 m s. n. m. La cabecera urbana se localiza en la parte central aprox. a los 04° 51' 39" de Latitud Norte y 74° 03' 33" de Longitud Oeste; y el centro urbano histórico se sitúa entre los valles fluviales de los ríos Bogotá y Frío, a una altitud promedio de 2.557 m s. n. m. (IGAC, 2020). De acuerdo con la Figura 1,

Chía limita al norte con el municipio de Cajicá; al nororiente y oriente con los municipios de Sopó y La Calera; hacia el occidente con Cota, Tenjo y Tabio; y al sur con el Distrito Capital de Bogotá (localidades de Usaquén y Suba). En su interior, Chía se subdivide en ocho veredas: Yerbabuena, Fusca, Bojacá, La Balsa (que incluye la antigua vereda Samaria), Fagua, Tíquiza, Fonquetá y Cerca de Piedra (estas dos últimas con cerca de 200 hectáreas de Resguardo Indígena); asimismo, existen dos centralidades urbanas administrativas denominadas Centro Urbano y Perímetro Mercedes de Calahorra, 59 juntas de acción comunal y 135 sectores rurales (López, 2014; Alcaldía de Chía, 2013a, 2020a).

Como entidad municipal Chía se crea en el año 1954 mediante la Ordenanza número 36, Decreto Nacional 1510 de 1951 que formaliza el Decreto Departamental 441 de 1950 (Alcaldía de Chía, 2013a, 2020a). Aunque Chía se destacó por ser un asentamiento importante para la población muisca, su existencia política dentro de la legislación española inicia hasta 1756 cuando se designa como la Parroquia de Santa Lucía. Los límites territoriales actuales del municipio son establecidos legalmente por el Instituto Geográfico Militar y Catastral en 1941, y en el presente, Chía corresponde con la denominada Región Sabana Centro establecida en 1998 (López, 2014); desde ese entonces es considerado con otros municipios de la Sabana como territorio de “interés ecológico nacional” según el artículo 61 de la Ley 99 de 1993 (Congreso de la República, 1993), y su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones ambientales normativas dadas por el POMCA del río Bogotá (Alcaldía de Chía, 2020a).

En términos fisiográficos, Chía se ubica dentro del Altiplano de Bogotá que a su vez es parte del Altiplano cundiboyacense (Figura 2). En el sector central presenta geformas con pendientes relativamente planas (59 % de extensión), constituidas por sedimentos de origen fluvio-lacustre, en parte modeladas por los ríos Bogotá y Frío (valles aluviales), y en general desprovistas de la cobertura vegetal original. Hacia los flancos sobresalen los relieves montañosos con pendientes abruptas (41 % restante del territorio), con rocas sedimentarias plegadas, una red hidrográfica con pequeñas corrientes (como las microcuencas Casateja, Sindamanoy, Santiamén, El Rincón, Honda, EL Codito, Fusca, Torca, Tíquiza, entre otras) y parches del bosque andino intervenido. En la montaña municipal se destacan las elevaciones del Zaque, El Zanjón, El Peñón y Pan de Azúcar al oriente, y Los Monos, La Cruz, Santuario, El Pico del Águila, Majuy y La Valvanera al occidente (Alcaldía de Chía, 2013a; López, 2014).

De acuerdo con el IGAC (2006) y la Alcaldía de Chía (2020a), Chía se asienta además sobre los pisos térmicos frío y muy frío, con un régimen de humedad de seco a semihúmedo, lluvias anuales que promedian los 768 mm, una temperatura media de 13,6 °C, y un comportamiento bimodal con dos periodos húmedos y dos secos

deficitarios. En la montaña afloran rocas sedimentarias plegadas del Cretácico, especialmente arenitas; mientras que el altiplano se constituye por depósitos fluvio-lacustres cuaternarios tipo limos y arcillas; los suelos en la montaña son en general inceptisoles con texturas moderadamente gruesas, bien drenados, de tendencia superficial y con predisposición a la erosión hídrica laminar; en el altiplano predominan los suelos ándicos (con alta influencia de ceniza volcánica), texturas francas y finas, un drenaje imperfecto, y suelos más desarrollados y profundos (IGAC, 2000, 2007a).

La población total proyectada en Chía para el año 2021 es de 155.541 habitantes, de los cuales 130.203 se estiman viven en la cabecera (perímetro urbano) y 25.338 en el resto del territorio (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, 2020). De acuerdo con la Alcaldía de Chía (2020a), el territorio chiense como centro receptor de población migrante presenta uno de los crecimientos más altos en términos demográficos; y por su adyacencia con las dinámicas del Distrito Capital ha experimentado en las últimas décadas una significativa expansión y densificación de las áreas residenciales, aumento de los predios y del minifundio, incremento en las redes de servicios públicos, ampliación del equipamiento público y del parque automotor, y el desarrollo de una importante malla de transporte como el Ferrocarril del Norte, la vía 45A que conecta a Bogotá con Zipaquirá (Cajicá), la vía 21 que dirige hacia Cota y la vía 55 correspondiente con la Carrera Séptima y la Autopista Norte.

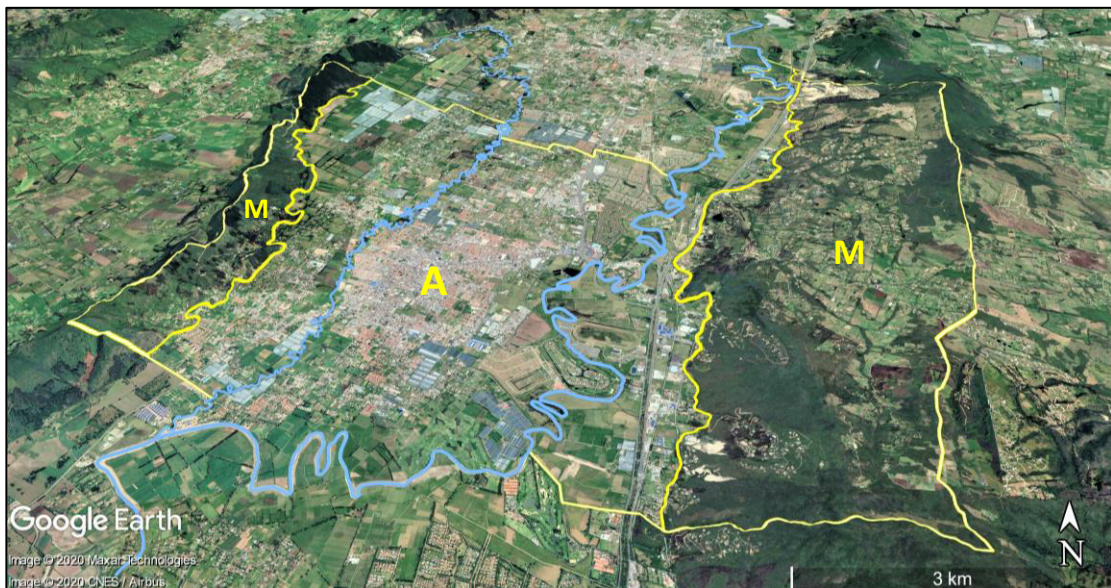


Figura 2. Vista oblicua del territorio municipal de Chía

Hacia los costados montañosos oriental y occidental (M) predomina la presencia antrópica rural; en el sector central correspondiente al altiplano (A) se observa la fuerte concentración y expansión urbana.

Fuente: Google Earth, imagen del 02 de marzo de 2020; delimitación preliminar realizada por el autor.

Respecto a los aspectos socioeconómicos, el municipio es uno de los principales nodos de desarrollo regional, y la principal peculiaridad es la diversificación de sus actividades productivas y comerciales. Según el IGAC (2007a, 2020) sobresalen para Chía las economías agrícolas tradicionales, las agroindustriales (floricultura) y pecuarias que se distribuyen esencialmente en las áreas rurales. Otras actividades representativas son la minería de materiales para la construcción tipo arenisca y arcillas principalmente sobre las laderas de las montañas; la industria de alimentos, manufactura de ropa y muebles; el comercio, la actividad educativa y la prestación de servicios especializados a lo largo de los principales ejes viales; el turismo natural, histórico, religioso, cultural, gastronómico y recreativo; y destacadamente y asociada con las anteriores, la dinámica de construcción urbana principalmente de tipo residencial (Alcaldía de Chía, 2020a).

Chía como parte de los municipios que conforman el Área Metropolitana de Bogotá sobresale por su papel de ciudad dormitorio; no obstante, la presión urbanística principalmente desde la capital ha planteado para el territorio problemas de diversa índole, que en su gran mayoría impactan la Estructura Ecológica Principal (Alcaldía de Chía, 2013a, 2020a). La EEP municipal se conforma fundamentalmente por el sistema orográfico oriental y occidental, por las fuentes hídricas que incluyen los ríos Bogotá y Frío, y por la presencia de ecosistemas estratégicos como los bosques de los cerros y los humedales de los valles fluviales (Alcaldía de Chía, s.f.).

1.8 Delimitación temporal

El estudio contempla de manera inicial un referente temporal geológico. Esta dimensión y escala temporal permite la caracterización y entendimiento de las dinámicas naturales que determinan la conformación geomorfológica actual del contexto regional y del escenario local. Para la comprensión de las dinámicas antropogeomorfológicas se considera por su parte un referente temporal geohistórico, en el que se abordan los diferentes acontecimientos desde finales del periodo prehispánico, pasando por los posteriores modelos de ocupación y desarrollo territorial (Colonia y República) hasta el presente. La retrospectiva de los acontecimientos antropogénicos se apoya en la descripción temática y cartográfica para cuatro cortes históricos que corresponden a los años 1940, 1977, 2000 y 2020.

Los análisis de las implicaciones antropogeomorfológicas y de manifestación de las problemáticas ambientales, consideran un énfasis particular para las dos primeras décadas del siglo XXI; ya que en este periodo de tiempo se presentan hipotéticamente las mayores dinámicas de intervención antrópica, se dispone mayor cantidad y calidad

en la información, y a su vez, en estos años, se ejecuta la normatividad de ordenamiento con diferentes determinaciones en cuanto a la planeación ambiental.

1.9 Marco legal

El análisis de las leyes y normas posibilita contar con un punto de referencia categórico para comprender las relaciones entre antropización geomorfológica del medio local, los problemas ambientales y su gestión. Por esta razón y por su carácter y pertinencia sobre el territorio, se consideró relevante el examen primario de los siguientes documentos:

- Desde la planificación y gestión ambiental:
 - POMCA del Río Bogotá, subcuencas Tibitoc-Soacha y Río Frío (CAR, 2006); y su ajuste y actualización (CAR, 2018a).
 - Documentación referente a la Reserva Forestal Protectora Productora RFPP Cuenca Alta del río Bogotá: Acuerdo 30 (INDERENA, 1976), Resolución 511 (MADS, 2012a), Resolución 755 (MADS, 2012b) y Resolución 1200 (MADS, 2013).
 - Acuerdo 17, por medio del cual se determina la zona de ronda de protección del río Bogotá (CAR, 2009); y Resolución 2385, por medio del cual se determina la ronda de protección del río Frío (CAR, 2014).
 - Documentación sobre la Sentencia 467 del río Bogotá (Consejo de Estado, 2014).
- Desde el ordenamiento y la administración territorial:
 - Acuerdo No. 17, “por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Chía (Cundinamarca)” (Alcaldía de Chía, 2000).
 - Acuerdo número 315, por el cual se constituye el Resguardo Indígena Muisca de Fonquetá y Cerca de Piedra (INCODER, 2013).
 - Acuerdo No. 100, Adopción de la revisión y ajustes al Plan de Ordenamiento Territorial POT del municipio de Chía (Alcaldía de Chía, 2016a).
 - Documentación referente al PMA; Decreto 73, por el cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Municipio de Chía-Cundinamarca (Alcaldía de Chía, 2018).
 - Y los Planes de Desarrollo Municipal; Acuerdo 3 (Concejo Municipal de Chía, 2008), Acuerdo 17 (Concejo Municipal de Chía, 2012), Acuerdo 97 (Concejo Municipal de Chía, 2016) y Acuerdo 168 (Concejo Municipal de Chía, 2020).

De estos instrumentos se derivan en consecuencia otros determinantes y condicionantes del contexto legal que afectan el territorio municipal, y tienen relaciones directas con el fenómeno antropogeomorfológico.

2. REFERENTE TEÓRICO-CONCEPTUAL

En este capítulo se define el marco de conocimientos científicos base, que precisan el aporte de la geografía contemporánea para tratar los temas de la transformación terrestre y sus efectos. Se inicia con una consideración particular respecto al enfoque geodinámico y la significancia del concepto sistema morfogénico en el ámbito geomorfológico; posteriormente, se hace referencia a las relaciones entre sociedad y naturaleza, espacio geográfico, prácticas espaciales, y concretamente al entendimiento del actuar antropogeomorfológico. Al final, en un tercer apartado, se incorporan algunas consideraciones concernientes con las problemáticas ambientales y los conflictos dentro del marco investigativo de la ciencia geográfica.

2.1 Geodinámica superficial

La geomorfología moderna se constituyó a finales del siglo XIX como un ejercicio científico de interpretación histórica de los paisajes (Church, 2010). Tradicionalmente, esta subdisciplina tan emparentada con la geografía física (Flórez, 2009), se ha ocupado del estudio y análisis de los diferentes eventos geomorfológicos a escala media que han configurado a lo largo del tiempo la superficie terrestre (Gutiérrez, 2008).

De acuerdo con Slaymaker (2009 citado en Huggett, 2011), existen cuatro enfoques principales reflejan el rumbo de los estudios geomorfológicos en la actualidad: a) el de las interacciones proceso-forma (proceso-respuesta), b) el centrado en las caracterizaciones, c) el soportado en la evolución geohistórica, y d) el que muestra una proyección y sensibilidad ambiental. Así, además de explicar el desarrollo de los paisajes en el pasado y su funcionamiento actual, la geomorfología moderna es activa y contribuye especialmente en los estudios sobre las problemáticas de corte ambiental (BSG, 2014).

2.1.1 La idea proceso-forma

Para Huggett (2017) las interrelaciones entre formas y los procesos son determinantes, y son el núcleo de la geomorfología. Formas definidas por su constitución (materiales), configuración y flujos de masa; y los procesos que se dinamizan a través de la intervención de múltiples medios físico-químicos (Figura 3). La relevancia de este modelo reside en como las formas afectan los procesos, y como a su vez estos afectan las formas; las correspondencias definen en general la diversidad de los sistemas geomorfológicos.

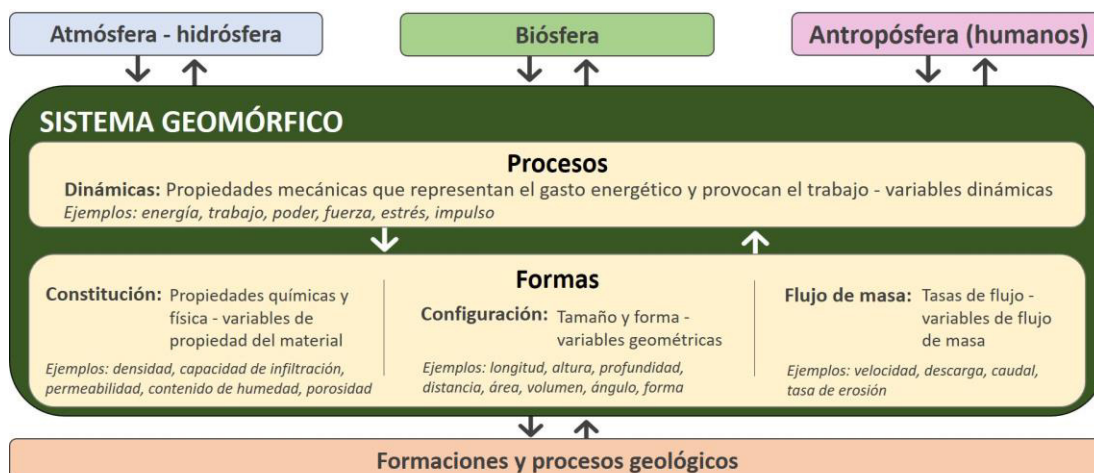


Figura 3. Interacción proceso-forma

Fuente: adaptado de Huggett (2017).

La evolución geomorfológica terrestre depende en ese sentido de la cantidad de trabajo realizado por uno o varios procesos específicos (Sharma, 2010). De esta manera, conforme lo sustenta Gutiérrez (2008), cualquier sistema geomorfológico estará regido por la influencia de las condiciones internas que crean relieves por procesos endogénicos (tectónica de placas, isostasia y vulcanismo), y de las externas que los destruyen por la acción de los procesos exogénicos (en gran parte por las fuerzas climáticas con una creciente participación antropogénica).

El enfoque de sistemas² proporciona en ese orden de ideas un marco ideal para la explicación de las formas terrestres, que evolucionan mediante el flujo, la transformación de energía y el intercambio de materiales (Sharma, 2010). El éxito de la adopción sistémica proporciona una forma estándar y, en cierta medida, un lenguaje común para discutir las condiciones estáticas y cambiantes de la morfología terrestre (Huggett, 2017); sin desconocer, que existe una extrema complejidad en la estructura y el comportamiento de los sistemas geomorfológicos (Oguchi y Butler, 2017).

En consecuencia, los procesos geomórficos operan a escalas espaciales y temporales variables, como también a velocidades y magnitudes muy disimiles (Phillips, 2009). Y las interacciones proceso-forma incorporan igualmente la dicotomía entre las dinámicas endógenas-exógenas, las acciones constructivas-destructivas, los procesos erosionales-depositacionales, las relaciones estrés-fuerza, y la concepción de los paisajes como poligénicos y heredados³ (Goudie, 2004). Todos estos aspectos son postulados esenciales para la adopción conceptual de los sistemas morfogénicos.

² Que se instaura a mediados del siglo XX por los aportes de la TGS de Bertalanffy.

³ Bajo la idea de palimpsesto, con conjuntos de geoformas diacrónicas que se superponen en los paisajes.

2.1.2 El sistema morfogénico

Respecto a las relaciones proceso-forma se destaca el concepto *sistema morfogénico*, empleado a nivel nacional, y el cual es definido por Flórez (2003, p. 218) y el IDEAM (2010, p. 21) (en referencia a Tricart, 1977 y Summerfield, 1994) como el “conjunto de procesos interdependientes que generan un modelado específico en un espacio determinado”. La concepción de sistema morfogénico recalca en la preeminencia del enfoque proceso-forma: procesos entendidos como acciones de la dinámica externa (en menor medida la interna) que movilizan, transfieren y depositan materiales; y geoformas, concebidas como objetos superficiales terrestres, específicos y distintivos, internamente organizados, y resultantes de los agentes dinámicos que los crearon (Flórez, 2003; IDEAM, 2010).

En efecto, para la identificación de un sistema morfogénico es fundamental reconocer tanto geoformas como procesos causales, además de considerar la influencia de los factores que se esquematizan en la Figura 4: morfoestructura geológica (tectónica y litología), formaciones superficiales, las pendientes del terreno, los aspectos bioclimáticos (herencias morfoclimáticas), y dependiendo del interés investigativo los diferentes aspectos humanos, es decir, el uso que el hombre hace del espacio geográfico (Flórez, 2003; IDEAM, 2010).

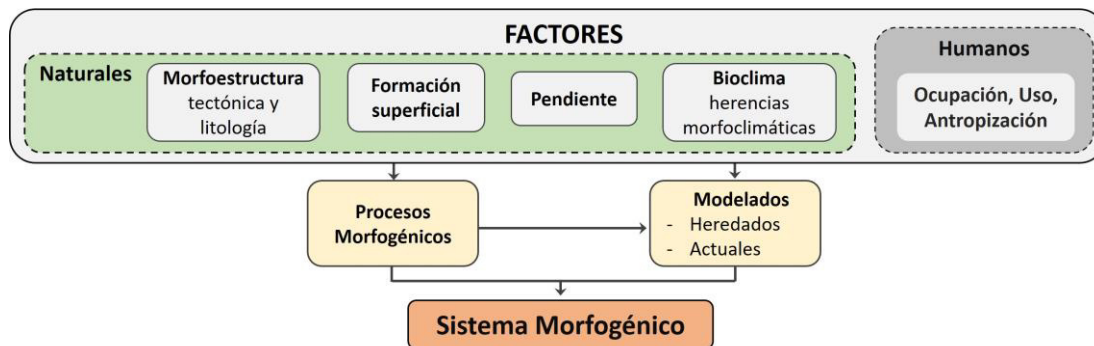


Figura 4. El sistema morfogénico

Fuente: adaptado de Flórez (2003) e IDEAM (2010).

El abordaje desde esta perspectiva posibilita entender así una estructura sistémica, jerárquica y de connotación multiescalar para las zonificaciones y explicaciones geomorfológicas, que facilita asimismo la diferenciación de los diversos ambientes, relieves y modelados en función de los agentes y procesos que operan en estos y de sus atributos (Flórez, 2003; IDEAM, 2010). Aunque de manera particular puede existir un énfasis solo en los factores naturales, los sistemas morfogénicos viabilizan incorporar las relaciones progresivas que se derivan de las variadas formas de ocupación social (objetos y acciones).

2.2 Relaciones sociedad-naturaleza

Las preguntas: ¿cómo se relacionan la sociedad y la naturaleza? y ¿cómo y por qué las relaciones varían en el espacio-tiempo?, definen aún, en el presente, la razón de ser de la ciencia geográfica (Castree, 2011). Una geografía heterogénea, multifacética, con variadas perspectivas, y necesitada de una integración inter y transdisciplinaria que le permita ahondar más sobre los diferentes fenómenos y complejidades socio-espaciales.

De acuerdo con Flórez (2009), la geografía se entiende frecuentemente como el estudio de las organizaciones espaciales resultantes de las relaciones sociedad-naturaleza; relaciones que, en parte, son la influencia de las fuerzas naturales sobre las actividades humanas, como también de aquellos efectos de retorno de los procesos sociales hacia las condiciones naturales (Peet, 1998, citado por Delgado 2003). Al respecto, Moreira (2017, p. 40) considera que “todo en geografía comienza y se resuelve en las prácticas espaciales... actividades que ocurren en el ámbito de la relación inmediata hombre-medio”; mientras que Santos (1996) especifica que estas prácticas definen ante todo que el hombre es activo, que toda acción humana sobre la naturaleza es trabajo, que todo trabajo es geográfico; y que la naturaleza registra, incorpora y adquiere los rasgos de las acciones antrópicas haciéndola cada día más artificial y culturizada.

Cassetti (1995) señala además que la naturaleza es apropiada y transformada por la evolución de las diversas formas sociales productivas (p. ej. el trabajo capitalista); y cuanto más la sociedad se desarrolla más se transforma el medio geográfico. En ese sentido, la naturaleza se nos presenta como primera naturaleza (natural transformada) que no desaparece, y a su vez, como segunda naturaleza (socializada) que sigue siendo la primera, pero de otra forma (Moreira, 2017). En síntesis, un proceso de desnaturalización y humanización cada vez mayor del medio natural, en el que las técnicas y la tecnificación son progresivamente más importantes (Santos, 1996).

Desde esta mirada el potencial unificador de la geografía entre las relaciones físicas y humanas se encuentra en la concepción contemporánea de las practicas espaciales y el espacio geográfico; donde la naturaleza es también un producto social, una representación cultural histórica y esencialmente una materialidad alterada (Ortega, 2000). Para Ortega (2000), la delimitación del espacio como concepto geográfico ha sido una labor llena de conjeturas, aciertos y propósitos; un reto consciente e inconsciente para los geógrafos; y una confrontación compleja, que, no obstante, en recientes años, ha traído buenos y atrayentes resultados.

En este contexto, la presente investigación destaca y apropia la concepción renovadora y propositiva de la construcción social del espacio geográfico, y lo entiende como la naturaleza en su vaivén dialéctico (Figura 5): primera naturaleza que se transforma en

segunda, y segunda naturaleza que se modela como condición de la producción y la materialidad histórico-concreta del proceso de trabajo en la relación hombre-medio (Moreira, 2017). El trabajo de Santos consolida estas ideas sobre el espacio geográfico, al definirlo en resumen como una totalidad estructural, un conjunto indisoluble, solidario, contradictorio y con identidad propia; un híbrido en el que participa igualitariamente lo social y lo físico de la geografía; una acumulación de tiempos cuya evolución es la evolución misma de sus propios elementos; que se constituye por sistemas de cosas, objetos y acciones no aisladas; y donde lo histórico y político es fundamental (Santos, 1996, 2000; Delgado, 2003; Trinca, 2015).

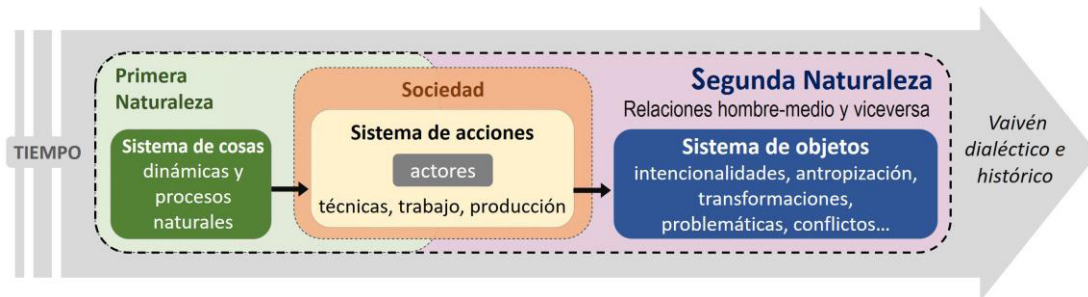


Figura 5. El vaivén dialéctico del espacio geográfico

Fuente: elaboración propia basada en Santos (1996, 2000) y Moreira (2017).

Conforme con lo anterior, las cosas son el producto que crea la naturaleza (p. ej. los ambientes, relieves y modelados naturales), los objetos el resultado de las elaboraciones sociales (p. ej. las geoformas antrópicas y/o antropizadas), y las acciones todo el trabajo productivo técnico y tecnificado, racional e irracional realizado por las sociedades (p. ej. las actividades extractivas o los procesos de urbanización). De este modo se destacan los siguientes aspectos: a) La idea del sistema acciones-objetos que es análoga a la de proceso-forma; b) Unas prácticas geográficas determinadas por lógicas y condiciones específicas del sistema productivo que se encuentra implantado; c) Unas categorías espaciales que reflejan esa segunda naturaleza (sistemas morfogénicos antropizados, ambientes antrópicos, modelados antropogénicos, geoformas antrópicas, etc.) y; d) Una concepción dinamizadora relacionada con la desnaturalización y que deriva comúnmente en problemáticas espaciales (ambientales y territoriales).

Con base en estos planteamientos, se reafirma que las organizaciones sociales ocurren en un medio natural y que esas formas de organización del espacio geográfico son el resultado de las relaciones biunívocas entre ese medio y la sociedad (Flórez, 2009). En conclusión, se puede deducir, por tanto, que los sistemas geomorfológicos naturales tienen de alguna manera influencia directa o indirecta de los procesos adaptativos geohistóricos humanos; y como consecuencia una desnaturalización, o si se quiere, una “geografización” de las geoformas y sus procesos.

2.2.1 La transformación humana de la Tierra

Las modificaciones humanas del paisaje terrestre son tan antiguas como la misma humanidad. Y en esa línea, la idea de la transformación humana terrestre tampoco es reciente, y, por el contrario, se puede afirmar que ha sido un tema más que constante en los escritos geográficos a lo largo de los siglos (Haggett, 1994; Meyer y Turner II, 1997; Rózsa, 2007).

Los primeros geógrafos, historiadores naturales y geomorfólogos no desconocieron el poder de los seres humanos como agentes de transformación (Goudie, 1993); como ejemplo, Élisée Reclus en 1871 ya mencionaba como las acciones del hombre degradaban el valor del medio natural (citado por Piacente, 1996), y, asimismo, Carl Sauer hacia 1931 señalaba también la relevancia de las actividades humanas en el cambio de los ambientes denudativos y de depositación (citado por Li et al., 2017). La incidencia humana sobre el planeta se puede remontar así hasta el Paleolítico, inicialmente con el movimiento incipiente de material para refugio, y luego de manera muy gradual con la expansión agrícola, la concentración pre-urbana y la construcción de caminos, canales y otras obras que empezaron representar notables cambios (Hooke, 2000; Gutierrez, 2007). En ese acontecer de desnaturalización, la gran particularidad entre las relaciones hombre-medio siempre fue la capacidad de innovación, con grupos en constante aprendizaje y aprehensión de la naturaleza, e igualmente con la imposición de sus propias formas u objetos culturales, artificiales e históricos (Santos, 1996).

Desde la Revolución Industrial (últimos dos siglos) se evidencia de esta manera un claro despliegue de la dinámica de cambio antropogénico, con complejas y afianzadas transformaciones ligadas principalmente al extractivismo de nuevas materias primas, el consumo intenso de energías fósiles, la creciente industria mecanizada y el apoyo constante de la invención tecnológica (electricidad, electrónica y energía nuclear) (Rózsa, 2007; Brown et al., 2017; Li et al., 2017; Tarolli et al., 2019). En palabras de Nir (1983), un claro aumento de la productividad en el que las sociedades mejoran constantemente sus destrezas para remodelar y utilizar la naturaleza.

Muchos de estos cambios derivados de la intervención del hombre respecto a los producidos por causas naturales son difíciles de diferenciar (Haggett, 1994); y esta afirmación indica evidentemente que: a) Con menos frecuencia en nuestros días, se encuentran áreas sobre la Tierra que aún se puedan considerar como restos de la naturaleza primigenia (Santos, 1990); b) Las formas históricas humanas no son las mismas en cada época, y son y serán más complejas que en el pasado por razones de herencias y de tecnificación (Santos, 1996); y c) Después de mediados del Siglo XX, la transformación del espacio geográfico se encuentra sometida básicamente al devenir de un medio técnico-científico-informacional dominante (Santos, 2000).

2.2.2 La antropización en geomorfología

La morfología terrestre como elemento de la naturaleza constituye un recurso de interés geográfico; y la gran mayoría de las actividades desarrolladas por el hombre se encuentran en contacto directo con las geoformas, que son, además, susceptibles a los cambios derivados de las intencionalidades humanas (Cassetti, 1995). En efecto, las acciones antrópicas y sus transformaciones vienen dejando sin duda una firma particular sobre los diferentes paisajes, con variadas influencias sobre la morfología, los procesos y equilibrios terrestres (Gutierrez, 2007; Tarolli et al., 2018).

En general, existe un consenso en que el interés científico por al tratamiento y cuantificación de la influencia humana sobre los ambientes naturales se inicia con el trabajo *Man and Nature* de G.P. Marsh en 1864. No obstante, y específicamente en geomorfología, es hasta la publicación *Landforms Made by Man* de Golomb y Eder en 1964 que se formaliza la noción puntual de *antropogeomorfología* (Goudie, 1993), también reconocida como geomorfología antrópica (Nir, 1983), neogeomorfología (Haff, 2003), geomorfología antropogénica (Szabó et al., 2010) o sociogeomorfología (Ashmore, 2015).

En ese orden de ideas, la antropogeomorfología es el estudio de los seres humanos como agentes geomorfológicos, tanto en la creación de geoformas como en la alteración del funcionamiento natural de los procesos geomórficos (meteorización, erosión, transporte y deposición, etc.) (Goudie, 2004; Szabó, 2010; Goudie y Viles, 2016; Hupy, 2017; Tarolli et al., 2018). Para este subcampo de estudio geográfico relacionado también con la geomorfología ambiental y aplicada es fundamental el énfasis en las leyes que rigen el origen, constitución material, evolución y distribución del fenómeno (Nir, 1983); así como también la sensibilidad de los paisajes ante los diferentes cambios, y el desarrollo de propuestas y estrategias orientadas a reducir o mitigar los efectos producidos por estas intervenciones (Szabó, 2010; Tarolli et al., 2018).

Con la mejora en la capacidad humana para remodelar la naturaleza, el número de *antropogeofomas* y sus tipologías está en aumento, especialmente por las dinámicas de urbanización (Li et al., 2017). La tendencia es que las intervenciones antrópicas se presenten con mayor frecuencia a futuro, lo que implica mayores compromisos para comprender cómo funcionan e interactúan estos hechos y situaciones sobre los sistemas geomorfológicos naturales (Goudie, 1993).

En las últimas cinco décadas, los progresos investigativos respecto a las acciones antropogeomorfológicas han posibilitado la discusión reflexiva sobre sus fundamentos, medios y propósitos. Una de estas reflexiones, y de importancia para la presente

investigación es que la geomorfología antropogénica no solo se concentra en el reconocimiento de las magnitudes y velocidades de los procesos humanos, sino que además vislumbra y relaciona el papel de los contextos socioeconómicos y rastrea el desarrollo histórico de los diferentes cambios e impactos (Rózsa, 2007).

- Clasificación de las intervenciones antropogeomorfológicas

De acuerdo con los autores Lóczy y Sütö (2011) y Goudie y Viles (2016), en la actualidad existe tres grandes tipos de intervención humana sobre los escenarios físico-geográficos, y por ende sobre las condiciones geomorfológicas de la Tierra (Figura 6). En primer lugar, se consideran todas las acciones e impactos sobre las esferas terrestres complementarias a la litosfera, que estudia *grosso modo* la geografía física y que de muchas maneras ejercen influencia indirecta en las condiciones geomorfológicas. En segundo lugar, se contemplan las acciones e impactos efectivos sobre las dinámicas y procesos geomórficos, y que como resultado afectan la morfología natural; y en un tercer apartado, se refieren todas las acciones e impactos directos sobre la morfología terrestre, que de manera intencional e inmediata alteran a diversas escalas la gran diversidad de ambientes geomorfológicos que constituyen la naturaleza.

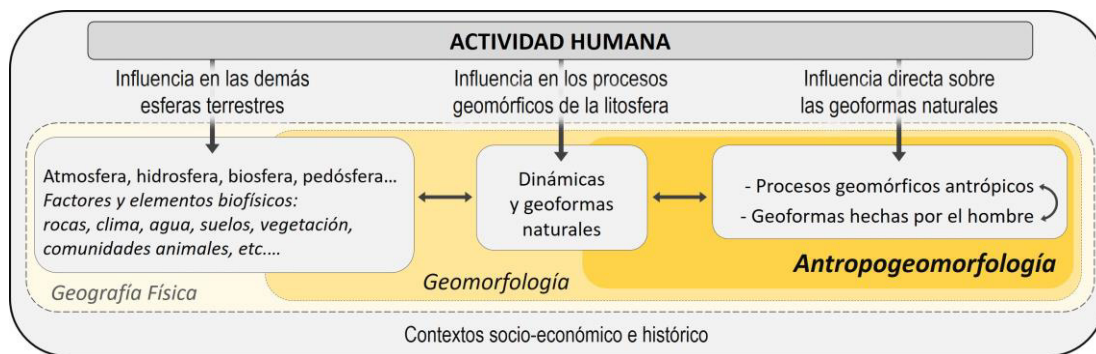


Figura 6. La influencia humana en geografía física

Fuente: basado en Lóczy y Sütö (2011).

Dentro de las clasificaciones existen varias alternativas y criterios para catalogar y jerarquizar los hechos antropogeomorfológicos, y en gran parte responden y se asemejan a los métodos y criterios con los que se clasifican tradicionalmente las geoformas naturales. Son en ese sentido reconocidas las clasificaciones definidas por Brown (1970); Piacente (1996); Goudie (2004, 2013); Szabó et al., (2010); Price et al., (2011); Lóczy y Sütö (2011); Peloggia et al., (2014); Goudie y Viles (2016); Li et al., (2017); Tarolli et al., (2019), entre otras; y cuya principal peculiaridad son los acuerdos y similitudes más que sus diferencias.

En la práctica, la distinción y separación entre las formas naturales y artificiales no es fácil dadas las condiciones de reciprocidad que existen entre estas (Panizza, 1996); y las distinciones entre grupos y categorías en ocasiones pueden no ser tan claras (Lóczy y Sütö, 2011). Más, sin embargo, las clasificaciones propuestas si recogen, agrupan y complementan los esfuerzos de sistematización precedentes, con la finalidad de facilitar la lectura que se puede hacer de las condiciones antropogeomorfológicas de un espacio geográfico determinado. Los diferentes criterios tipológicos que se listan en la Tabla 1 satisfacen así los intereses específicos de este proyecto, y brindan criterios sólidos para discriminar debidamente las intervenciones.

Tabla 1. Criterios de clasificación de las geoformas antrópicas

Criterio	Ejemplos
<p>Causalidad (proceso): Muestra el carácter de origen y en parte el mecanismo de las intervenciones, las cuales están asociadas y atadas a las actividades productivas de la sociedad y los usos del territorio (usos del suelo). De esta manera se pueden tener modelados antropogénicos con uno o varios tipos de morfogénesis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Simbólica</u>: tumbas. - <u>Agrogénica</u>: camellones de cultivo. - <u>Montanogénica</u>: canteras. - <u>Industrogénica</u>: estanques. - <u>Urbanogénica</u>: edificaciones. - <u>Residual</u>: rellenos sanitarios. - <u>Tráfico</u>: terraplenes viales. - <u>Gestión hídrica</u>: embalses y presas. - <u>Esparcimiento</u>: campos deportivos. - <u>Guerra</u>: cráteres de explosiones.
<p>Conformación (forma): Diferencia morfológicamente: geoformas depresionales producto de la excavación o degradación (negativas); geoformas elevadas generadas por la acumulación o agradación (positivas); geoformas de aplanamiento producto de la nivelación del terreno; y geoformas mixtas que combinan de manera compleja estas categorías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Excavación</u>: canteras y pozos. - <u>Acumulación</u>: montículos y terrazas con escombros. - <u>Aplanamiento</u>: terrenos aplanados con urbanización. - <u>Mixta</u>: terrenos para el esparcimiento, acciones de interferencia hidrológica.
<p>Constitución (materiales): Refiere a la clasificación en función de los materiales involucrados en las intervenciones y en los modelados artificiales. De manera genérica los materiales pueden ser naturales o tecnogénicos (transformados) en sus diferentes tipologías y/o combinaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales naturales erosionados - Materiales naturales redepositados - Materiales artificiales de escombros - Materiales artificiales orgánicos - Otros en detalle...
<p>Intencionalidad: Discrimina intervenciones directas que con frecuencia obedecen a acciones deliberadas y tienen un propósito explícito; en general, los cambios son irremediables e irreversibles. Asimismo, se definen intervenciones indirectas que se interpretan más como impactos (disminución, aceleración o creación de nuevos procesos); son comúnmente resultado de acciones inadvertidas, incidentales o no intencionales, y son más difíciles de reconocer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Directas</u>: Rellenos, montículos, terrazas, canteras, terraplenes, muros, estanques, canales, etc. - <u>Indirectas</u>: Aumento o disminución de la escorrentía, cambios en las tasas de sedimentación, erosión o remoción, etc.

Fuentes: basado en los trabajos de Szabó et al. (2010); Peloggia et al. (2014); Goudie y Viles (2016); Li et al. (2017); Tarolli et al. (2019).

- Análisis antropogeomorfológicos

Bajo esta óptica, uno de los retos que enfrentan los abordajes antropogeomorfológicos es la dificultad para establecer métodos de estudio que relacionen los procesos naturales y antrópicos (Hupy, 2017). No obstante, para la comprensión de estas relaciones a lo largo del tiempo, Nir (1983) definió como fundamental los análisis sistémicos, en los cuales y en lo posible se deben tener en cuenta las siguientes pautas: a) Un enfoque geomorfológico base para distinguir y evaluar procesos, acciones, formas y materiales; b) Un enfoque histórico para hacer seguimiento a la evolución de las diferentes intervenciones e identificar patrones; c) Un enfoque socioeconómico destinado a establecer relaciones de causalidad en relación con las actividades humanas; y d) Un enfoque de planificación con miras en proporcionar elementos para la toma de decisiones territoriales con énfasis en las problemáticas ambientales.

Asimismo, para comprender integralmente las dinámicas antropogeomorfológicas, Nir (1983) recalca en la importancia de contemplar períodos significativos de comparación antes y después de las intervenciones humanas; así como el uso de estimaciones cuantitativas de extensión, tasa o grado, que den claridad de los cambios en diferentes escenarios y entornos. En ese sentido, y en función de que el factor tiempo es determinante para los estudios antropogeomorfológicos, Nir (1983)⁴ y Rodrigues (2005) destacan la prioridad de incorporar representaciones cartográficas del fenómeno para las siguientes etapas: a) Pre-disturbio, donde los rasgos geomorfológicos naturales no han sufrido cambios humanos significativos; b) Disturbio activo o intenso, donde las condiciones geomorfológicas están expuestas notablemente a las mutaciones antrópicas; y c) Post-disturbio, donde se han afianzado y/o consumado las intervenciones.

Respecto a estos análisis, Rodrigues (2005) concibe y plantea igualmente las categorías de morfología original y antropogénica, sin desligar de estas los procesos y materiales involucrados. La primera en referencia al conjunto de formas y procesos que representan las fases pre-intervención antrópica, es decir, las que más se aproximan hipotéticamente a las características geomorfológicas naturales (sin cambios antrópicos sustanciales); y en contraste, las morfologías o modelados antropogénicos, que vinculan las diferentes fases evolutivas de perturbación y post-perturbación, con facciones humanas que pueden ser identificadas, medidas y evaluadas.

Para desarrollar los respectivos análisis, Rodrigues (2005, 2010) determina adicionalmente y como esencial el uso de la denominada "cartografía geomorfológica retrospectiva-evolutiva", cuyo objeto es el mapeo sistemático, secuencial y

⁴ Para Nir las tres etapas de análisis son el período preurbano, el de construcción y el urbano consolidado.

comparativo de las morfologías tanto naturales como artificiales. En asocio con este tipo de representaciones espaciales, para la autora es también relevante la incorporación de geoindicadores, que se entienden como datos valiosos que permiten leer diversos parámetros geomorfológicos, y a su vez, facilitan la estimación de muchos cambios de índole antropogénico (los ejemplos más comunes incluyen medidas en longitudes, áreas, densidades, patrones de distribución, profundidades, volúmenes y materiales).

Rodrigues (2005, 2010) y Moroz-Caccia (2010) recomiendan para estos estudios el uso de documentos de referencia representativos, como mapas topográficos, fotografías aéreas e insumos de la teledetección con diferentes escalas y períodos de registro; otras fuentes significativas son las obras históricas e iconográficas, los testimonios de antiguos residentes y de manera destacada el trabajo de campo. En sus planteamientos, estas autoras concluyen resaltando la importancia de algunos lineamientos que fortalecen los análisis antropogeomorfológicos y corroboran la alteración de los diferentes paisajes y territorios, y de los cuales son de trascendencia para la presente investigación los que se indican a continuación:

- Observar las actividades humanas como acciones geomorfológicas;
 - Investigar en estas acciones patrones significativos para la morfodinámica;
 - Investigar la dinámica y la historia acumulativa desde la etapa de pre-perturbación;
 - Emplear escalas espacio-temporales diversas y complementarias;
 - Posibilitar y emplear cartografía geomorfológica de detalle;
 - Tener en cuenta las particularidades morfoclimáticas y morfoestructurales, y;
 - Dar énfasis al análisis integrado en sistemas geomorfológicos.
-
- Las huellas humanas en geomorfología

Investigaciones en años recientes sobre la temática, han derivado en propuestas para designar y dimensionar los resultados espaciales producidos por las diferentes incidencias antropogeomorfológicas. Así pues, se destaca el concepto de “huella geomorfológica humana” (siglas en inglés HGF), que refiere al cálculo cuantitativo de la influencia humana sobre las condiciones superficiales terrestres (Cendrero et al., 2006; Rivas et al., 2006). Y desde otra mirada, sobresale también la noción reciente de “huella dactilar sociocultural”, que mediante un marco teórico-empírico y la aplicación de geotecnologías, muestra un énfasis por las firmas topográficas y patrones geomórficos específicos de las intervenciones (Tarolli, Cao, Sofia, Evans, & Ellis, 2019).

De acuerdo con Cendrero (2017), la HGF se puede expresar en: m^2 /persona/año de superficies ocupadas por nuevas antropogeformas (acción directa) y en m^3 /persona/año de volumen de material movilizado por dichas acciones deliberadas. La huella antropogeomorfológica en ese sentido crece; y con el tiempo refleja la mayor capacidad humana de intervención, que aumenta a la par con la población y el desarrollo económico-tecnológico de las sociedades (Cendrero et al., 2006; Rivas et al., 2006).

Respecto a la estimación de la huella antropogeomorfológica es oportuno referir los aportes realizados por Csorba (2010), Rózsa (2017) y recientemente Rózsa et al., (2020); quienes han realizado cálculos sobre el grado de transformación humana en los sistemas geomórficos, tomando como base principal los trabajos de Nir (1983), Hooke (2000) y Szabó et al. (2010) y como referencia de propuesta el concepto *hemeromorphy*⁵. El aporte de estos investigadores se fundamenta en estimar la razón de transformación antropogeomorfológica a partir de la cantidad de material dislocado por actividades humanas y la cantidad de material dislocado por procesos naturales (tanto en toneladas como en $m^3 * ha^{-1} * año^{-1}$), y de este modo expresar el volumen o masa de material removido por área y unidad de tiempo, para posteriormente dar una valoración soportada en niveles de influencia.

2.3 Problemáticas ambientales

“Desde sus orígenes como campo disciplinario, la geografía ha estado vinculada de forma estrecha, tanto en términos conceptuales como prácticos, con la noción de ambiente, o más precisamente, con su dimensión territorial” (Bocco y Urquijo, 2013, p. 76); y en esta perspectiva, uno de los tantos desafíos que tiene la geografía moderna es como enfrenta el tema ambiental (Reboratti, 2011). En este contexto y de acuerdo con los autores, el ambiente se concibe como la naturaleza transformada por la actividad humana, que no sólo nos “rodea”, sino que además “es rodeada” (Bocco y Urquijo, 2013); e incluye de esta manera el *continuum* entre todos los elementos naturales, naturales modificados y artificiales del espacio (Reboratti, 2011).

La geografía ambiental se instituye, así, más que la simple intersección residual entre las dos mitades de la geografía en que tradicionalmente suele dividirse en: física y humana (Castree et al., 2009). Según Reboratti (2011), la geografía ambiental sirve de puente en la denominada “tradición hombre-medio”; y bajo este juicio, sería más un énfasis o mirada pertinente y necesaria, y no tanto un subcampo de estudio como tal (Bocco y Urquijo, 2013).

⁵ Concepto análogo al de *hemeroby* que expresa el grado de influencia humana en los ecosistemas.

Los problemas de carácter ambiental en geografía se conciben entonces como todo ese conjunto de acciones y procesos que inciden negativamente sobre la naturaleza y por ende sobre los seres humanos; se consideran en tal sentido las alteraciones que la actividad humana genera sobre los procesos de orden natural (impactos), la afectación de los fenómenos naturales hacia la sociedad (riesgos), y a su vez, las sinergias que se producen entre estas dos tipologías (Pérez, 2015). Según esta autora, la valoración de las problemáticas ambientales en los territorios es primordial para los procesos de planificación; y sus diagnósticos y proyecciones son de relevancia ya que se centran en localizar y caracterizar las acciones generadoras, y en evaluar los efectos que definen la gravedad de los problemas.

En geomorfología, el examen dual de las relaciones hombre-medio permite asimismo distinguir en dos grandes dimensiones, o niveles de interacción que repercuten también en problemáticas ambientales (Kondolf y Piégay, 2011). De un lado recursos geomorfológicos que pueden ser usados, alterados o destruidos por las actividades humanas dependiendo de las circunstancias económicas, sociales y tecnológicas; y del otro, peligros geomorfológicos que inciden sobre la vulnerabilidad y pueden alterar o destruir las condiciones y elementos humanos (Panizza, 1996) (Figura 7). En este marco social de la geomorfología, el interés no es solo por los impactos derivados de las actividades humanas, sino también, por el papel inverso donde los sistemas geomórficos establecen estados de riesgo, con influencia agregada de las perturbaciones antrópicas y que en conjunto potencializan el origen de conflictos territoriales de contenido ambiental.

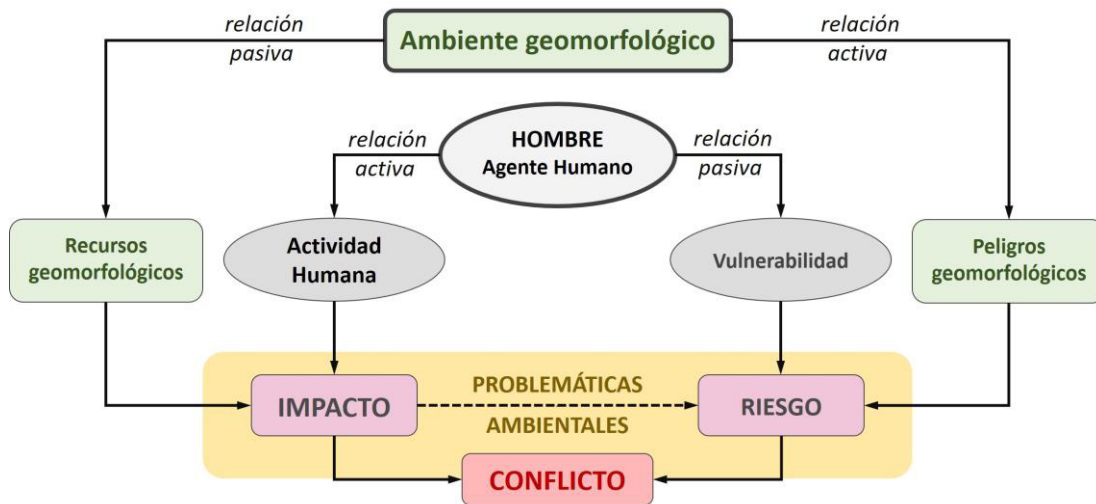


Figura 7. Interrelaciones entre el ambiente geomorfológico y el agente humano
Fuente: adaptado y modificado de Panizza (1996).

2.3.1 Impactos y riesgos

Las intervenciones antrópicas corrigen y modifican los procesos naturales aumentando o disminuyendo su velocidad de acción, y provocan la ruptura de un equilibrio que la naturaleza intenta reconstituir de diferentes formas (Goudie y Viles, 2016). En consecuencia, las actividades o acciones antropogeomorfológicas inciden sobre las propiedades y ubicación de los materiales terrestres; interfirieren en los vectores, tasas y equilibrios de los procesos geomorfológicos; y pueden generar directa e indirectamente otras morfologías (Rodrigues, 2005).

Los impactos ambientales refieren en general a ese conjunto de efectos ejercidos sobre el medio ambiente físico y social de un determinado territorio, y que surgen de la concreción de una o varias intervenciones (Almeida y Figueiredo, 2015). En geomorfología, y de acuerdo con Panizza (1996), los impactos serían por tanto las consecuencias de la actividad humana respecto a los recursos geomorfológicos; implicaciones que pueden ser catalogadas en términos de su magnitud, extensión, duración, entre otros; y en un medio que se considera principalmente como pasivo en relación con el hombre que es activo (p. ej. un paisaje montañoso que ha sido modificado por una retroexcavadora).

Respecto a los riesgos, estos se consideran como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de origen natural, que factiblemente puede provocar efectos nefastos en la especie humana y sus infraestructuras (Vieira, 2015). En geomorfología, los riesgos reflejan así la capacidad de los sistemas geomórficos de superar umbrales, y son por su parte las potenciales consecuencias del acontecer de peligros geomorfológicos (que son manifestaciones propias de la naturaleza) y la vulnerabilidad socioeconómica de un área o territorio; en un medio que se considera esencialmente activo en relación con el hombre que es pasivo (p. ej. deslizamientos que provocan destrucción y colapso vial) (Panizza, 1996).

Los riesgos pueden ser inducidos por la variable antrópica, y en muchas morfologías que no presentan peligrosidad alguna la actividad humana puede provocar una degradación o alteración de esta y sus dinámicas, lo que termina en condiciones o estados de riesgo (Marco et al., 2000). No todos los peligros naturales geomorfológicos son susceptibles de ser modificados por el hombre, pero en general, lo habitual es que las fuerzas aplicadas por los procesos endógenos no se alteran apreciablemente por la acción humana, mientras que en contraste, las fuerzas de los procesos geomórficos exógenos si se ven fuerte y frecuentemente afectadas por el uso del suelo y el desarrollo de obras ingenieriles (James et al., 2013); situaciones que en algunos casos son benéficas como las obras de protección, y en otras son desfavorables y representan grandes daños (Lugo, 2011).

En años recientes, los cambios y problemáticas dadas por la influencia humana han sido muy determinantes; al punto que han fundamentado el uso frecuente de términos como los de Tecnógeno (Peloggia, 1999), Antropoceno (Castree, 2017; Cendrero, 2017) o Capitaloceno (Ulloa, 2017; Vega, 2017), para hacer alusión a esta nueva época de intensas, dispares y si se quiere perversas intervenciones que rivalizan e incluso superan las grandes fuerzas de la naturaleza. Al igual que con el Cambio Climático, existe una clara articulación entre el desarrollo económico de las sociedades y los cambios geomorfológicos globales; hecho que se ratifica en la aceleración de las tasas de los procesos superficiales, en la creciente *huella antropogeomorfológica* y en la intensificación de los riesgos debido a estas dinámicas (Cendrero et al., 2006).

2.3.2 Conflictos de contenido ambiental

Harvey (1996) afirma que todo proyecto social es un proyecto sobre la naturaleza y viceversa, y que los seres humanos como sujetos activos transformamos el entorno de acuerdo con leyes impulsadas globalmente por una cultura capitalista. Porto-Gonçalves (2006) expone también este escenario, al mencionar que el medio natural se convirtió en propiedad privada y en objeto mercantil, y que el modelo de desarrollo nos ha llevado inexorablemente a una situación en sí conflictiva, por las grandes diferencias entre los tiempos de la naturaleza y las temporalidades antrópicas.

La reciente historia mundial hegemónica basada en la circulación del capital ha sido de esta manera un proyecto y proceso de destacada alteración ambiental; con condiciones ecológicas nunca vistas, y donde la dominación del medio es la distribución de sus consecuencias con la patente inequidad y el origen de conflictos (Harvey, 1996). En este punto, y de acuerdo con Porto-Gonçalves (2006), la depredación global mediada por la expansión urbana moderna acompaña, impulsa e impone cambios significativos en el modo en que se organiza el espacio mundial; y como resultado, prima la degradación ambiental y no se consideran debidamente los límites de la intervención humana.

Los enfoques en geografía e historia ambiental, en ecología política y recientemente en geografía física crítica, han prestado mayor atención a esas relaciones de conflictividad ambiental global, con la concepción de que cada vez es menos acertado separar en los análisis los sistemas naturales y sociales (Lave, 2014). De esta manera, los diferentes procesos socio-biofísicos terrestres (entre estos los antropogeomorfológicos), no solo son producto de las dinámicas naturales, sino también obedecen a las historias de colonialismo, las interacciones desiguales de poder y la construcción de disparidades socio-espaciales (Lave, 2015); aspectos necesarios de precisar y abordar en las diferentes

etapas del modelo capitalista, ya que en sus distintas firmas paisajísticas se plasman los híbridos ecosociales conflictivos (Lave et al., 2018).

Al respecto, se puede definir así en el contexto geográfico, que los conflictos son esas situaciones de desacuerdo y lucha entre dos o más protagonistas (geográficos); y en los cuales media en general un componente ambiental, una autoridad territorial, actuaciones inherentes a los modos de producción donde se manipula la naturaleza y la toma de conciencia sobre la amenaza debido al uso y abuso humano (Johnston, 2000). Los conflictos territoriales de contenido ambiental se producen entonces cuando se tensiona la estabilidad histórica conseguida entre las comunidades y sus hábitats, e involucran actores que deciden modificar su vinculación ambiental afectando los intereses de otros, o de manera inversa, incluyen agentes externos que alteran o pretenden alterar las relaciones ambientales preexistentes (Folchi, 2001).

Otras investigaciones como las de Sabatini (1997), Palacio (2002), Martínez (2008), Gudynas (2014), Walter (2009), Svampa (2012) y Stamm y Aliste (2014), han abordado el tema desde distintas miradas, y han acordado también los siguientes aspectos claves, que en conjunto permiten definir los conflictos territoriales de contenido ambiental:

- Son siempre un proceso social y espacial que acontece en lugares y momentos particulares; se originan a raíz de un impacto, daño o problema ambiental; implican una transformación real o ideal; y vinculan la disponibilidad y acceso a los recursos naturales, su control y propiedad.
- Involucran actores organizados; con diferentes cosmovisiones, percepciones, valores y grados de poder; conscientes de la ocurrencia de un cambio ambiental; y los cuales presuponen acciones colectivas que conllevan a relaciones de disputa, oposición, controversia, negociación y pugna por intereses contrapuestos y no consensuados.
- Son multiescalares; adoptan un estado público (protestas, prensa o tribunales de justicia); promueven la conciencia ambiental, la conservación, así como un interés por los efectos de los impactos ambientales y por la pérdida de la calidad ambiental o calidad de vida; y se oponen al comercio desigual de “invasores ecológicos”, que agudizan las presiones e injusticias ambientales.
- Finalmente, giran alrededor de diferentes interpretaciones sobre el territorio, con múltiples concepciones e imaginarios sobre lo que se entiende por naturaleza, ecología, desarrollo, democracia, entre otros; los conflictos de contenido ambiental revelan anclajes de pertenencia e identidad, y en estos se pueden observar procesos de deconstrucción y reconstrucción territorial que definen diferentes apropiaciones espaciales (geográficas).

3. METODOLOGÍA

Para lograr los propósitos del trabajo y dar respuesta satisfactoria a los objetivos específicos trazados, se empleó un método que comprende tres fases principales de investigación en geografía y que en su orden secuencial corresponden a: la observación, la descripción y la explicación (Randle, 1978). El diseño y enfoque metodológico fue en ese sentido complementario (Figura 8), ya que en las dos primeras fases del proyecto se desarrolló un abordaje sistémico neopositivista, que se soportó en la aplicación de procedimientos y técnicas de corte cuantitativo; mientras que, en la tercera fase, se planteó una mirada esencialmente hermenéutica, que se fundamentó más en el análisis y síntesis cualitativa de la información documental.

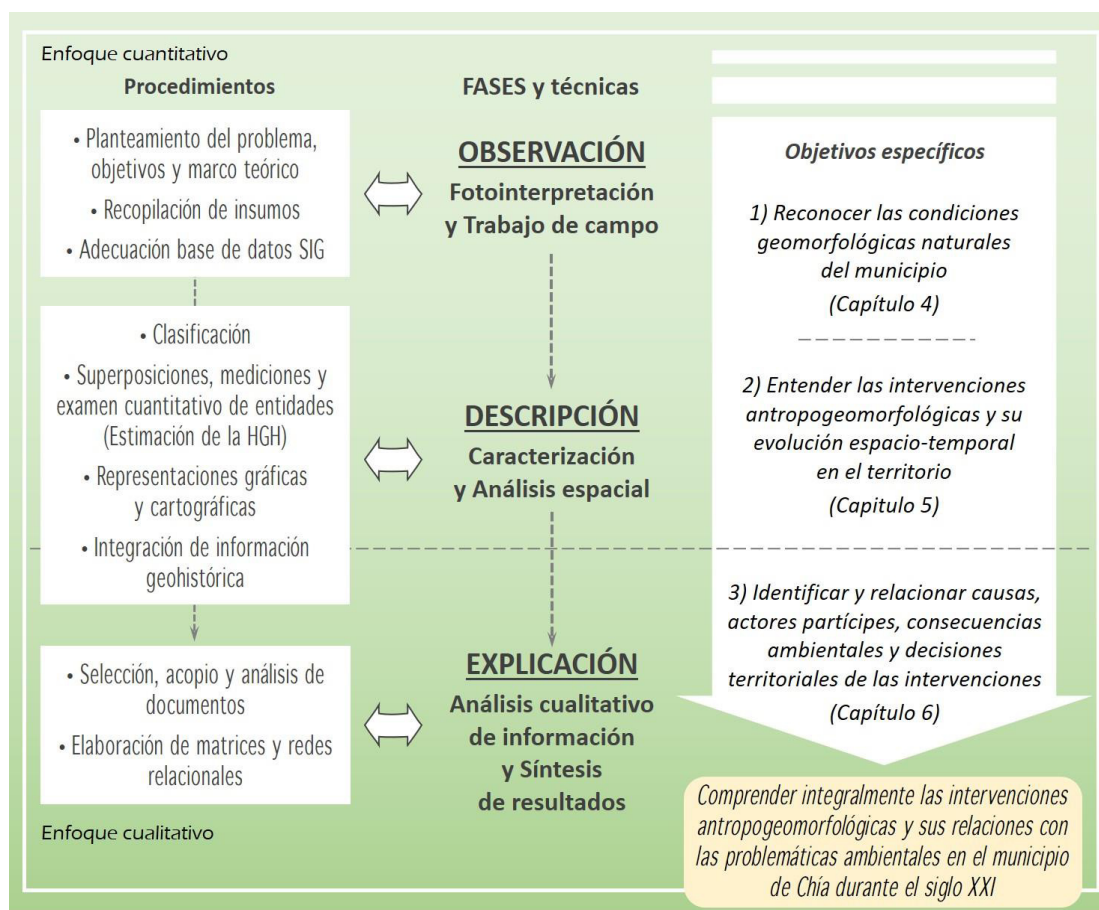


Figura 8. Flujograma metodológico

Fuente: elaboración propia.

3.1 Observación

Fase que se centra en la identificación y confirmación de los eventos geomorfológicos tanto naturales como antrópicos del escenario regional y local. En este punto, la observación orientó inicialmente la revisión bibliográfica del estado de arte, la formulación del problema de investigación con los objetivos y la definición del marco teórico-conceptual de referencia.

En la etapa observacional se recopilaron y emplearon insumos geoespaciales relevantes tipo capas, imágenes y mapas; y se adecuó una base de datos geográfica SIG, que como procedimiento transversal proveyó el almacenamiento y procesamiento de datos e información multiescala (análogos y digitales), además de facilitar la sistematización y obtención de resultados. En esta etapa se aplicaron de manera determinante las técnicas de fotointerpretación y trabajo de campo, en que se generaron los subproductos base para llevar a cabo lo propuesto en el primer y segundo objetivo específico.

3.1.1 Fotointerpretación

Comprende todo el conjunto de técnicas utilizadas para analizar las imágenes aéreas o de teledetección, con el fin de obtener y extraer información sobre determinados procesos naturales y antrópicos (Rato, 2015). Para el reconocimiento de los hechos geomorfológicos, se tuvo en cuenta tonos, texturas, tamaños, formas, tramas, patrones, sombreados, asociaciones y referencias geográficas en las diferentes imágenes usadas.

El dibujo cartográfico geomorfológico se realizó en 2D y 3D mediante el uso de los softwares libres *Google Earth*, *StereoPhoto Maker* y *QGIS* (v. 3.16); y en este último paquete se efectuaron conjuntamente las operaciones de rectificación espacial de las aerofotografías y la digitalización vectorial a escalas 1:25.000 y 1:10.000 que recoge todos los elementos interpretados (formato *GeoPackage*). En la fotointerpretación fue fundamental el uso de las fotografías aéreas, pero también se destaca la importancia que tuvo el MDT, los modelos derivados de sombras y pendientes, las imágenes satelitales y la cartografía temática. Las incertidumbres generadas por la técnica digital se solventaron y complementaron mediante la fotointerpretación tradicional análoga en estereoscopio; con el posterior escaneo, georrectificación y redibujo en el entorno SIG.

Al inicio, esta actividad se centró en la identificación de los aspectos geomorfológicos naturales con énfasis en los estados pre-intervención; las aerofotografías más antiguas proporcionaron la mejor aproximación para reconstruir las condiciones iniciales. Seguidamente, esta tarea se concentró en los hechos geomorfológicos artificiales (APÉNDICE A), para lo cual se definieron los siguientes cortes temporales: años 1940, 1977, 2000 y 2020. Los insumos usados en la fotointerpretación se listan en la Tabla 2:

Tabla 2. Insumos usados en la fotointerpretación

Tipo	Vuelo	Número fotografías o planchas	Escala o Resolución	Año
Fotografías aéreas análogas (IGAC)	45	004 a la 009; 037 a la 039; 043 a la 048	1:24.000	1936
	A-47	076 a la 082	1:15.000	1939
	C-43	065 a la 067; 098 a la 104	1:22.000	1940
	A-148	007 a la 010	1:25.000	
	C-1546	020 a la 024	1:30.000	1974
	C-1797	227 a la 231	1:43.000	1977
	R-1212	015 a la 019; 124 a la 128; 173, 174, 196 y 197	1:48.000	1996
	SAV-415	069, 070; 121 a la 129	1:20.000	1998
	C-2664	105 a la 118; 171, 179 a la 185; 213 a la 217	1:10.000	1999
Carta preliminar del municipio de Chía (Instituto Geográfico Militar Catastral)			1:25.000	1943
Base cartográfica digital integrada (IGAC)	Geodatabase integrada (Datos Abiertos)		1:500.000	2009
			1:100.000	
	Geodatabase integrada		1:25.000	
			1:10.000	2011
Imagen <i>SPOT</i>			5 metros	2007
Imagen <i>RapidEye</i>			7 metros	2009
Ortofotomosaico digital			Banco de imágenes IGAC	2010
MDT (ortofotomosaico)				2014
Imagen de satélite del portal <i>Google Earth</i>			1 metro	2020
Imagen de satélite del portal <i>Bing</i>				
Mapa geomorfológico (INGEOMINAS)		227-II-B; 227-II-D;	1:25.000	2004
Mapa geológico (INGEOMINAS)		228-I-A; 228-I-C		
Mapa geomorfológico (Castiblanco)		---		2020

Fuente: elaboración propia.

3.1.2 Trabajo de campo

Corresponde a una técnica tradicional en las labores de investigación en geografía en cuanto a la captura, elaboración y producción de información útil para la comprensión de diferentes temáticas (Sposito, 2015). En el contexto del presente proyecto, el trabajo de campo se enfocó en las prácticas de visita y reconocimiento directo de los eventos y problemas geomorfológicos de estudio, lo que facultó la confrontación de los hechos fotointerpretados inicialmente en el trabajo de gabinete (oficina).

Los trabajos de campo se realizaron en los meses de junio/julio del año 2019, y en enero/febrero de los años 2020 y 2021, e incorporaron la planificación de varios recorridos con sitios de inspección elegidos estratégicamente por su relevancia. Las actividades de campo se concentraron en la validación de información fotointerpretada (geoformas y procesos); e incluyeron la actualización de datos (p. ej. valores de pendiente, cambios morfológicos, uso actual del suelo), la verificación de materiales, la captura y registro fotográfico del paisaje, y el diálogo con los pobladores (residentes y administradores territoriales). Asimismo, y como recurso de apoyo, se usó la herramienta de uso libre *GIS Cloud* y su aplicación *Mobile Data Collection*, la cual

permitió el geoposicionamiento de los sitios de interés, la visualización de los mapas en terreno, la captura y almacenamiento virtual de los datos obtenidos en los diferentes recorridos, así como la incorporación de ajustes en la plataforma SIG.

3.2 Descripción

Es la fase destinada a complementar y consolidar los propósitos de los dos primeros objetivos específicos. Se consideró en principio el uso de tipologías de clasificación para la descripción de los objetos geomorfológicos (naturales y antrópicos) y de los procesos involucrados. En esta etapa se incluyó además la superposición y medición de entidades (cosas y objetos geomorfológicos), el examen estadístico de variables, el cálculo de un estimativo de la huella antropogeomorfológica, y el uso general de los resultados gráficos y cartográficos para describir la evolución, patrones y tendencias de los cambios generados por las intervenciones.

La etapa descriptiva se cimentó así en los resultados dados por la fase observacional, y se completó a través de la consulta e integración documental geohistórica y temática (geología, geomorfología, clima) que se adquirió principalmente en los estudios técnicos, artículos científicos y libros. De este modo la fase comprendió el desarrollo de las técnicas de caracterización y análisis espacial, las cuales se especifican a continuación.

3.2.1 Caracterización

Consiste en el reconocimiento de semejanzas o analogías de cualquier categoría geográfica, de acuerdo con determinados rasgos de configuración común o de homogeneidad relativa (Ortiz et al., 2019). Bajo esta idea, la caracterización implicó la formulación tipológica y el agrupamiento de las diversas entidades geomorfológicas; esta actividad condujo a su vez a la determinación de un orden en clases y subclases de los hechos o eventos morfológicos tanto naturales como humanos.

Para los sistemas morfogénicos naturales (morfología pre-disturbio) se siguió el modelo nacional definido por Flórez (2003), la CAR (2006) y el IDEAM (2010), que empleó igualmente el autor de la presente investigación para el levantamiento geomorfológico natural local de Chía (Castiblanco, 2020). Esta clasificación determinó la distinción de ambientes, relieves y modelados como polígonos específicos a escala 1:25.000, que se acompañaron por rasgos geomorfológicos lineales y puntuales. La caracterización geomorfológica natural resultante incorporó así las variables y atributos que se listan en la Tabla 3, que tienen en parte contribuciones definidas por el sistema ITC e IGAC modificado (Van Zuidam, 1985; Verstappen y Van Zuidam, 1991; Carvajal, 2012; Zinck, 2012; Robertson et al., 2013; IGAC, 2018).

Tabla 3. Variables y atributos de los sistemas morfogénicos naturales

Variable	Atributos
Ambiente morfogénico	periglaciario heredado, estructural, coluvio-aluvial, fluvio-lacustre, fluvial.
Geoforma específica	frente, revés, cerro, vallecito, cono, talud, cubeta, meandro, cauce, etc.
Tipo de pendiente	plana, suavemente inclinada, inclinada, moderadamente escarpada, escarpada, muy escarpada, extremadamente escarpada.
Forma de la vertiente	recta, cóncava, convexa, irregular, compleja.
Sustrato litológico	cuarzarenitas, limolitas, arcillolitas.
Formación superficial	residual, coluvial antiguo, coluvio-aluvial, aluvio-torrencial, lacustre, fluvial.
Procesos dominantes	tipos de remoción, erosión, inundación, disección, compactación, etc.
Área	
% de cubrimiento	-cálculo específico para cada caso-
Referencia geográfica	-descripción específica para cada caso-

Fuentes: basado en Van Zuidam (1985), Verstappen y Van Zuidam (1991), Flórez (2003), CAR (2006), IDEAM (2010), Carvajal (2012), Zinck (2012), Robertson et al., (2013) e IGAC (2018).

Para la clasificación de las condiciones geomorfológicas antropogénicas (morfologías con disturbio activo y post-disturbio), se tomó como base la fotointerpretación retrospectiva a escala 1:10.000 realizada para los diferentes cortes temporales (1940, 1977, 2000 y 2020); y las descripciones se apoyaron adicionalmente con el recuento geohistórico derivado de la consulta de información documental, y el uso de recursos gráficos (antiguos) y de ventanas multitemporales extraídas de las imágenes de teledetección que dan certeza de los cambios. Como modelo de referencia se usó la propuesta de clasificación de los modelados y geoformas antrópicas (Tabla 1), y el énfasis antropogeomorfológico se centró en la descripción de las variables y atributos que se listan en la Tabla 4.

Tabla 4. Variables y atributos de los sistemas morfogénicos antrópicos

Variable	Atributos
Año de caracterización	1940, 1977, 2000, 2020.
Intencionalidad	directa primaria, directa secundaria, indirecta en cualidad, indirecta en cantidad.
Modelados antrópicos y/o antropogeformas	dique, canal, lago artificial, cantera, corte vial, terraplén, montículos, escombrera aterrazada, terreno con construcciones en altura y profundidad, etc.
Génesis	agrogénica; minería, industria y residuos; gestión hídrica; tránsito; urbanogénica.
Morfología	excavación, acumulación, aplanamiento, mixto, no aplica.
Materiales	naturales erosionados o redepositados, artificiales de escombros, etc.
Procesos inducidos	erosión, remoción, compactación, impermeabilización, obturación, etc.
Área	
% de cubrimiento	
Longitud	-cálculo específico para cada caso-
Altura y profundidad	
Referencia geográfica	-descripción específica para cada caso-

Fuentes: basado en Szabó et al., (2010); Peloggia et al., (2014); Goudie y Viles (2016); Li et al., (2017); Tarolli et al., (2019).

3.2.2 Análisis espacial

En el ámbito cuantitativo de la geografía, el análisis espacial se refiere a la serie de técnicas matemáticas que se aplican al estudio de los datos del espacio geográfico, y

que en una base de datos posibilitan trabajar con relaciones entre entidades (Buzai y Baxendale, 2006); estos análisis sólo pueden dar respuesta a una parte de la dinámica del espacio, y no a su totalidad (Madrid y Ortiz, 2005). De esa manera, para consumir efectivamente el segundo objetivo específico, se aplicaron las siguientes técnicas de análisis espacial, que en conjunto proporcionaron elementos claves para describir la evolución y el comportamiento del fenómeno antropogeomorfológico:

- Superposiciones: técnica que consiste en el cruce y combinación de entidades (capas temáticas o mapas), con el interés de asociar distintas variables espacio-temporales (Olaya, 2011). En la práctica, hizo referencia al traslape y relación entre las morfologías antropogénicas (1940, 1977, 2000 y 2020), las morfologías naturales, y otras categorías geográficas de relevancia territorial y legal; como las divisiones administrativas del municipio (veredas y resguardo) y las zonas de interés ambiental definidas en los instrumentos de planeación (áreas de protección).
- Mediciones: práctica destinada a la cuantificación particular de las propiedades de una o varias entidades (Olaya, 2011). Para este trabajo representó el cálculo de longitudes, áreas (medidas absolutas) y porcentajes de cubrimiento (medidas relativas) de los hechos geomorfológicos tanto de manera individual sin superposición (APÉNDICE E) como de forma combinada después de las superposiciones (APÉNDICE F); en las mediciones se incluye igualmente los valores que refieren a la huella antropogeomorfológica.
- Examen cuantitativo: modo de calificación del comportamiento de los datos o variables de las entidades en términos de cantidad (Olaya, 2011). En este punto, y con el apoyo del paquete *Excel (Microsoft Office 365)*, se incluyeron esquemas gráficos (estadísticas) con sus respectivos análisis, los cuales muestran los resultados de las superposiciones y las mediciones, y cuya finalidad fue la definición de patrones y tendencias del fenómeno, que evidenciaron los cambios graduales, abruptos, intermitentes, aquellos dirigidos al restablecimiento de las condiciones iniciales, o los escenarios sin cambios notables.

Dentro de estos procedimientos se estableció la huella antropogeomorfológica (HGH) del municipio; que consistió en el cálculo numérico de las superficies intervenidas, como también del volumen aproximado del material implicado (APÉNDICE G y APÉNDICE H). Para hallar la huella se usó la distinción entre categorías antropogeomorfológicas en cada uno de los cuatro cortes temporales; se emplearon los valores de medición superficial de las áreas de estas morfologías; y con el apoyo de las curvas de nivel para el año 1943 (mapa topográfico) y los MDT de los años 2010 y 2014, se estimaron, compararon y extrapolaron los volúmenes aproximados de material movilizado en las antropogeofomas (excavados y acumulados).

Las cálculos de la huella tuvieron como base lo propuesto por Cendrero et al. (2006), Rivas et al. (2006) y Rózsa et al. (2020), quienes en sus trabajos calcularon los valores promedio (volumen) para la pérdida de material dependiendo de las diferentes tipologías de intervención antrópica; no obstante, y como valor agregado para esta investigación, se consideró también significativo incorporar estimaciones respecto al material que adicionalmente se acumula por las actividades humanas (depósitos antrópicos). El resultado de la huella antropogeomorfológica se corroboró así y en algunos casos través de la observación directa en campo; e incorporó datos para los cuatro periodos de referencia, lo que posibilitó el cálculo de tasas de cambio o evolución en los cuales también se incluyeron los datos de variación poblacional. En resumen, la HGH se expresó como: m^2 /persona/año de superficies ocupadas por nuevas antropogeofomas, y m^3 /persona/año de volumen de material tanto removido como acumulado.

- Representaciones gráficas y cartográficas:

Estas se definen como diseños y productos visuales abstractos, cuyo fin es hacer más inteligible un fenómeno y mejorar la visualización de características difícilmente perceptibles (Madrid y Ortiz, 2005); incluyen figuras, diagramas, gráficos, y otros, donde tradicionalmente se considera al mapa como el medio privilegiado de la información geográfica (Pérez, 2011). Dentro de los análisis espaciales se elaboraron diagramas de varios tipos, que como se indicó en líneas anteriores facilitaron la identificación y el análisis de las regularidades antropogeomorfológicas; de igual modo las descripciones se complementaron a partir de la confección de mapas, recortes y acercamientos de fotografías aéreas, imágenes de satélite y de los MDT; que fueron de gran utilidad para mostrar los aspectos relevantes de las intervenciones.

Los procedimientos realizados mediante las técnicas de análisis espacial en el software *QGIS* resultaron así en nueva información cuantitativa pertinente; la cual fue plasmada en los productos gráficos y cartográficos retrospectivos. Las representaciones cartográficas incluyeron así: un mapa básico sobre el contexto geomorfológico regional; mapas de geología y pendientes locales del terreno; un mapa geomorfológico referente a las condiciones naturales municipales; cuatro mapas antropogeomorfológicos locales retrospectivos-evolutivos para los años 1940, 1977, 2000 y 2020; un mapa que muestra la huella antropogeomorfológica municipal; y finalmente, un esquema coremático que sintetiza las problemáticas ambientales asociadas.

3.3 Explicación

Es la fase de análisis y síntesis, con énfasis del fenómeno en términos de sus causas y efectos. En los hechos y situaciones antropogeomorfológicas no solo las causas

estuvieron en cuestión, sino que, además, fue también significativo identificar el papel de los actores, las consecuencias ambientales (implicaciones de impacto, riesgo y conflicto) y las acciones o actos territoriales de ordenamiento, planificación y gestión relacionados. De acuerdo con Aguilar (2013) la geografía dejó de ser una ciencia meramente cuantitativa y paso a ser una ciencia reflexiva e interpretativa que se apoya en la aplicación de métodos y técnicas cualitativas; por este motivo y para efectos de dar respuesta al tercer objetivo específico, se consideró oportuno el uso de estas técnicas de análisis de la información, y en ese sentido, esta etapa se centró en la identificación de las interacciones que enlazan el fenómeno antropogeomorfológico con la manifestación de problemáticas ambientales en Chía.

3.3.1 Análisis cualitativo de información

Los documentos son objetos que testimonian la existencia de hechos o indicios de sucesos; revelan ideas, opiniones y formas de actuar y de vivir, y, por lo tanto, son recursos muy útiles para la investigación (Ñaupas et al., 2014). En este apartado y para llevar a cabo las explicaciones, se seleccionó, acopió y analizó información documentada con la respectiva verificación de su confiabilidad. Estas fuentes secundarias recopiladas principalmente de manera escrita se adquirieron a través de los motores de búsqueda digital proporcionados en la *WEB* (Google Académico, repositorios de universidades, catálogos de bibliotecas, portales oficiales y de prensa); y correspondieron esencialmente a informes institucionales, documentos legales y normativos, diagnósticos técnicos, artículos periodísticos, tesis, ensayos, disertaciones y memorias históricas referidas al periodo 2000-2020.

El trabajo de revisión y análisis exhaustivo de las diferentes fuentes de información se realizó en el software *ATLAS.ti* (v.9), mediante la lectura sistemática del contenido de los documentos y la codificación de citas (que incluyó textos, imágenes, gráficos, tablas, mapas, dibujos, entre otros). La búsqueda e interpretación de esta información permitió la narración explicativa de la relación entre los hechos antropogeomorfológicos (intervenciones), las causas, actores, lugares, fechas de ocurrencia, y finalmente las problemáticas ambientales consecuentes, que se soportaron también a partir de la elaboración de reportes de las citas codificadas y diagramas de red (APÉNDICE I).

3.3.2 Síntesis interpretativa de resultados

Esta etapa corresponde a la discusión de los resultados llevado a cabo en el capítulo final. Se concretó a partir de la síntesis de las regularidades y continuidades del fenómeno estudiado, relacionando lo natural, lo humano y las problemáticas de las intervenciones antropogeomorfológicas en Chía.

4. BASE GEOMORFOLÓGICA NATURAL

Las particularidades morfogénicas, morfo-evolutivas y de condicionantes regionales, conforman en conjunto los aspectos que, a través del tiempo, han determinado el desarrollo y la configuración geomorfológica natural del actual territorio municipal de Chía y de su entorno. Con base en el enfoque de los sistemas morfogénicos, y de acuerdo con los resultados definidos por Castiblanco (2020), se enumeran, describen y explican los factores geomórficos naturales que comprenden en esencia: los materiales geológicos consolidados, las formaciones superficiales no consolidadas, los elementos morfoestructurales, las pendientes del terreno, y los diferentes estados morfo-evolutivos con sus diversas variaciones bioclimáticas.

A nivel regional y de acuerdo con las caracterizaciones geomorfológicas realizadas por Vargas (2004), Carvajal (2004, 2005), la CAR (2006, 2018a) y el IDEAM (2010), en la cuenca alta del río Bogotá se presentan relieves estructurales con influencia glaciario y periglaciario, una dinámica coluvio-aluvial importante proveniente de las vertientes montañosas, y destacadamente modelados fluvio-lacustres y fluviales propios del Altiplano de Bogotá (Figura 9 y Figura 10), también reconocido como “Sabana de Bogotá” (Rivera, 2004; Carvajal y Navas, 2016) o Altiplano cundiboyacense (Ceballos, 2006; Serrato, 2009). En Chía, estos ambientes morfogénicos son bastante representativos con excepción del sistema glaciario, cuyos relieves y modelados son exclusivos para las altas cumbres en elevaciones superiores a los 3.300 m s. n. m.



Figura 9. Panorámica del Altiplano de Bogotá sector Chía

En primer plano modelados fluvio-lacustres que corresponde a la depresión tecto-sedimentaria. Al fondo los bordes coluvio-aluviales del altiplano y sus relieves montañosos circundantes. Fotografía: Miguel A. Castiblanco S., 2017.

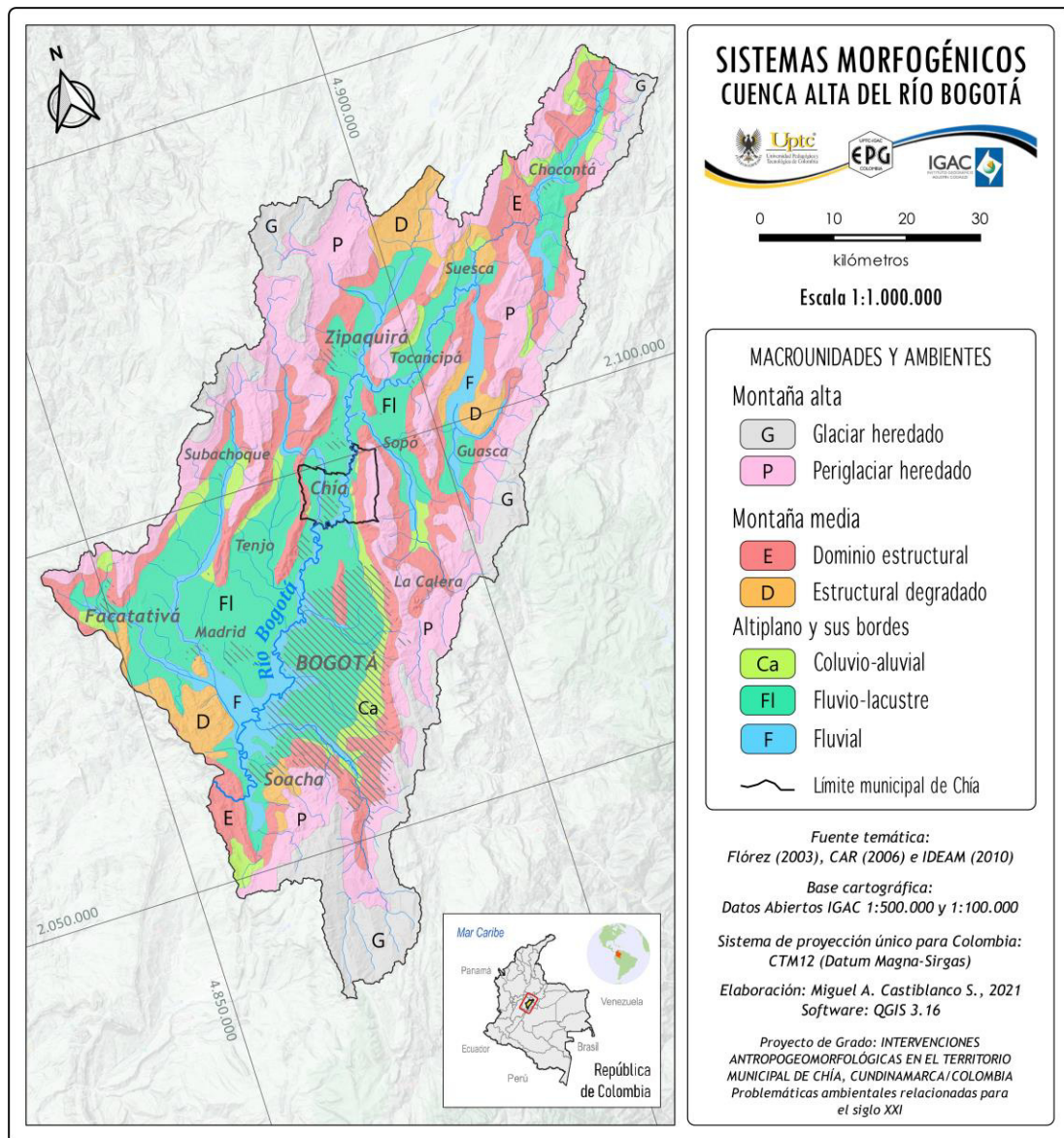


Figura 10. Mapa geomorfológico regional

Fuente: adaptado de Flórez (2003); CAR (2006); IDEAM (2010).

4.1 Factores condicionantes

A continuación, se hace referencia en cada uno de los factores que determinan los sistemas morfogénicos naturales del territorio municipal:

4.1.1 Sustrato y formaciones superficiales

Según Helmens y Van der Hammen (1995) y Montoya y Reyes (2007), en Chía afloran rocas consolidadas de tipo sedimentario del periodo Cretácico, que están expuestas en

diferentes grados a la deformación por plegamiento, fallamiento, fracturamiento, y a la erosión por parte de los agentes externos (Tabla 5 y Figura 11).

Las características singulares del sustrato rocoso determinan e inciden sobre las formas estructurales resultantes. La tendencia es que las rocas consolidadas más antiguas son las más resistentes y se ubican hacia los costados NE y SW del municipio; mientras que las formaciones menos resistentes y de edades más recientes, se localizan hacia los bordes internos en el contacto de los bloques levantados con el altiplano.

Otra característica relevante es la asociación existente entre el sustrato de alta resistencia y las morfologías abruptas, con procesos tipo deslizamientos y derrumbes. En oposición, las rocas blandas de tipo arcillosos se asocian a relieves de morfologías más suavizadas que tienden a la inestabilidad profunda y de tipo rotacional (CAR, 2006).

Respecto a las formaciones superficiales, Montoya y Reyes (2007) identifican los depósitos que incluyen materiales residuales y no consolidados resultantes de la erosión, transporte y acumulación causada por los agentes externos, especialmente la gravedad, el agua y el viento con influencia del hielo en el pasado. La acumulación diferencial de las formaciones superficiales condiciona y determina el modelado de ciertas geoformas específicas: depósitos coluviales antiguos en forma de laderas coluviales sobre la alta montaña, depósitos coluvio-aluviales presentes en vallecitos, y mantos de derrubios y glacis sobre las vertientes montañosas y los bodes del altiplano.

Igualmente, las formaciones superficiales incluyen los aportes provenientes de la montaña, con depósitos fluvio-torrenciales en forma de conos en las zonas de piedemonte (contacto entre la montaña y el altiplano), amplios depósitos fluvio-lacustres en el sector central del territorio dispuestos en diferentes niveles de terrazas disectadas, y en las zonas de menor elevación depósitos fluviales propios de los valles Bogotá y Frío, los cuales recorren el altiplano del municipio desde el NE en dirección SW.

4.1.2 Morfoestructura y pendientes

Según Van der Hammen (1995), la mayor forma estructural para la cuenca alta del río Bogotá es la depresión tecto-sedimentaria subsidente que constituye el Altiplano de Bogotá (Figura 9). En este marco morfoestructural, los sedimentos terciarios consolidados, plegados, fallados, fracturados y levantados, se encuentran parcial y predominantemente recubiertos por los depósitos principalmente de origen lacustre del Cuaternario (Khobzi y Usselman, 1974).

Tabla 5. Unidades crono-lito-estratigráficas

Formación litoestratigráfica		Edad	Características
Depósitos Fluviales (Df)		Holoceno y Pleistoceno Superior	Acumulaciones holocénicas recientes generadas por los ríos, constituidas por arcillas y limos. Se reconocen geológicamente como la Formación Chía.
Depósitos Lacustres (Dl)			Acumulaciones antiguas y subrecientes (Pleistoceno Superior) de arcillas grises de génesis predominantemente lacustre, con algunas capas de limos, arenas, gravas, turba, suelos enterrados y aportes de ceniza volcánica. Rellenan la estructura sinclinal central del municipio y se reconocen geológicamente como la Formación Sabana.
Depósitos fluvio-torrenciales (Dft)			Acumulaciones subrecientes-recientes de bloques y gravas, angulosos a semi redondeados, de composición heterogénea, en matriz areno-limosa, generadas por el transporte hídrico torrencial. Se asocian a la dinámica tectono-orogénica inestable y se localizan especialmente sobre el piedemonte oriental.
Depósitos coluvio-aluviales (Dc)			Acumulaciones subrecientes y recientes de derrubios de origen hidro-gravitatorio, predominantemente bloques y clastos de forma angular y subangular, y tamaño heterométrico. Se localizan principalmente en la red hidrográfica de la montaña plagada, sobre las laderas bajas y en las zonas de piedemonte.
Depósitos coluviales antiguos (Dca)		Pleistoceno	Acumulaciones antiguas de material heterogéneo, bloques y gravas en una matriz arenosa, asociados en parte con la dinámica periglaciaria pleistocénica. Se localizan en la alta montaña oriental, sobre las depresiones controladas estructuralmente por los ejes de los pliegues sinclinales.
Alteritas Residuales		Neógeno Superior	Acumulaciones residuales muy antiguas (Neógeno), desarrolladas por la meteorización in situ (desagregación del sustrato). Comprende bloques, gravas y arenas que se superponen a las cuarzoarenitas de la Formación Labor-Tierna y al conjunto arcillo-arenoso de la Formación Guaduas. La meteorización se dio en climas tropicales cálidos pre-levantamiento de la cordillera. Su cubrimiento es sobresaliente en los relieves montañosos plegados del oriente municipal.
Formación Guaduas (KTg)		Paleógeno	Comprende primordialmente arcillolitas laminadas, de diversos colores, consistencia blanda, moderadamente fracturadas, en sectores altamente meteorizadas, con intercalación de areniscas cuarzosas friables y resistencia regular a pobre. Aflora en relieves bajos y marginales de la montaña oriental.
Grupo Guadalupe	Formación Labor-Tierna (Klt)	Cretácico Superior	Conformada por cuarzoarenitas de grano fino a grueso, poco cementadas, ligeramente friables, consistencia dura a moderadamente dura, en estratificación gruesa con delgadas intercalaciones de arcillolitas y limolitas, moderadamente a altamente meteorizadas, algo fracturadas y de resistencia intermedia. Cubre predominantemente el flanco oriental montañoso, con afloramientos sobresalientes en los bordes bajos del flanco occidental.
	Formación Plaeners (Kp)		Secuencia interestratificada de limolitas y arcillolitas comúnmente silíceas, y lilitas y areniscas de grano fino en estratificación muy delgada a media. Son de consistencia dura a media, moderadamente a débilmente meteorizadas, en general muy fracturadas y de resistencia intermedia. Afloran básicamente en el flanco suroccidental y occidental del municipio, con pequeñas unidades en los sectores nororiental y suroriental de Chía.
	Formación Arenisca Dura (Kd)	Cretácico Medio	Constituida básicamente por cuarzoarenitas de grano fino a medio, bien cementadas, de consistencia dura, estratificación gruesa a muy gruesa, con delgadas intercalaciones de limolitas, arcillolitas y lilitas; débilmente a moderadamente meteorizadas; poco fracturadas y muy resistentes. Se destaca por formar morfologías abruptas fundamentalmente en el extremo nororiental del municipio.

Fuente: adaptado de Helmens y Van der Hammen (1995), la CAR (2006); Montoya y Reyes (2007).

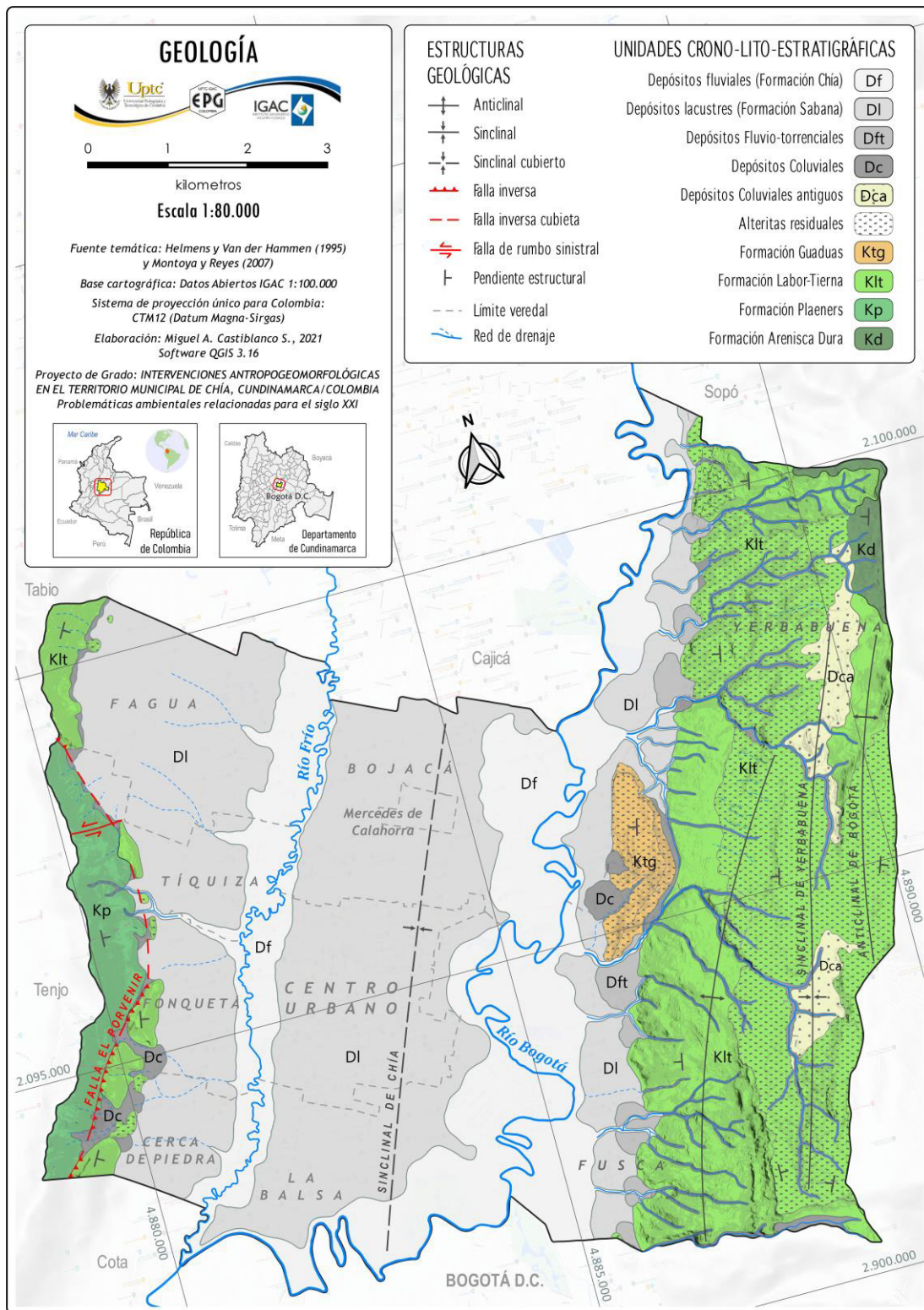


Figura 11. Mapa geológico del municipio de Chía

Fuente: adaptado de Helmens y Van der Hammen (1995); Montoya y Reyes (2007).

El plegamiento y fallamiento regional de las cadenas montañosas muestra así una orientación general NE-SW (Montoya y Reyes, 2007), lo que ha permitido, como tendencia, la conformación de vertientes con reveses estructurales amplios y de pendiente topográfica similar al buzamiento de los estratos sedimentarios, frentes erosionales cortos, además de control estructural sobre la red hidrográfica (CAR, 2006). Al respecto, la red principal de drenaje se encuentra adaptada a la estructura general de los ejes sinclinales y anticlinales, mientras que las corrientes secundarias se asocian más al fracturamiento y diaclasamiento local, con la disección transversal de pliegues, frentes erosionales y la formación de pequeñas gargantas (boquerones) (CAR, 2006).

En la parte central las condiciones morfoestructurales regionales han determinado la conformación de un amplio sinclinal, el cual se encuentra cubierto por los sedimentos derivados principalmente de la morfodinámica fluvio-lacustre y fluvial (Figura 11). Los límites oriental y occidental del municipio corresponden a las divisorias de aguas de las subcuencas río Bogotá (sector Tibitoc-Soacha) y río Frío respectivamente.

Hacia el flanco oriental el plegamiento anticlinal supera los 3.200 m s. n. m. en el sector Pan de Azúcar, expuesto en el pasado a la incidencia periglaciaria pleistocénica. En el flanco occidental los pliegues se encuentran afectados por el fallamiento inverso de la Falla de El Porvenir (Montoya y Reyes, 2007), que incluye un pequeño sistema secundario de tipo transcurrente sinistral; esta dinámica ha propiciado la elevación del sustrato rocoso a altitudes sobre los 2.800 m s. n. m.

En resumen y de acuerdo con Flórez (1995), la orogénesis del Neógeno y el respectivo levantamiento de la cordillera permitió la conformación de nuevos relieves estructurales, suceso que trajo consigo el incremento del potencial hidro-gravitatorio y erosivo, una activación de la disección del sustrato por parte de las corrientes hídricas, así como el consecuente transporte de materiales hacia la depresión tecto-sedimentaria.

Con relación a las pendientes (clasificación adaptada del ITC, Van Zuidam, 1985), el territorio municipal presenta siete categorías (Figura 12), que tienen una estrecha relación con la altitud y con la estructura de las grandes unidades morfoestructurales, que son: el altiplano central, sus bordes (piedemontes) y las vertientes montañosas oriental y occidental. Las pendientes planas ($< 2^\circ$) presentan el mayor cubrimiento espacial con cerca del 46,7 % del total del territorio, y se extienden por toda la zona central del municipio, especialmente a altitudes por debajo de los 2.570 m s. n. m., en una relación evidente con el altiplano y sus modelados de origen lacustre y fluvial. En orden de importancia le sigue la categoría escarpada ($16^\circ - 35^\circ$) con el 20,2 %, y en tercer lugar las pendientes moderadamente escarpadas ($7^\circ - 16^\circ$) con el 13,3 % de extensión; estas dos clases asociadas con los relieves elevados y plegados de la montaña oriental y occidental a más de 2.570 m s. n. m.

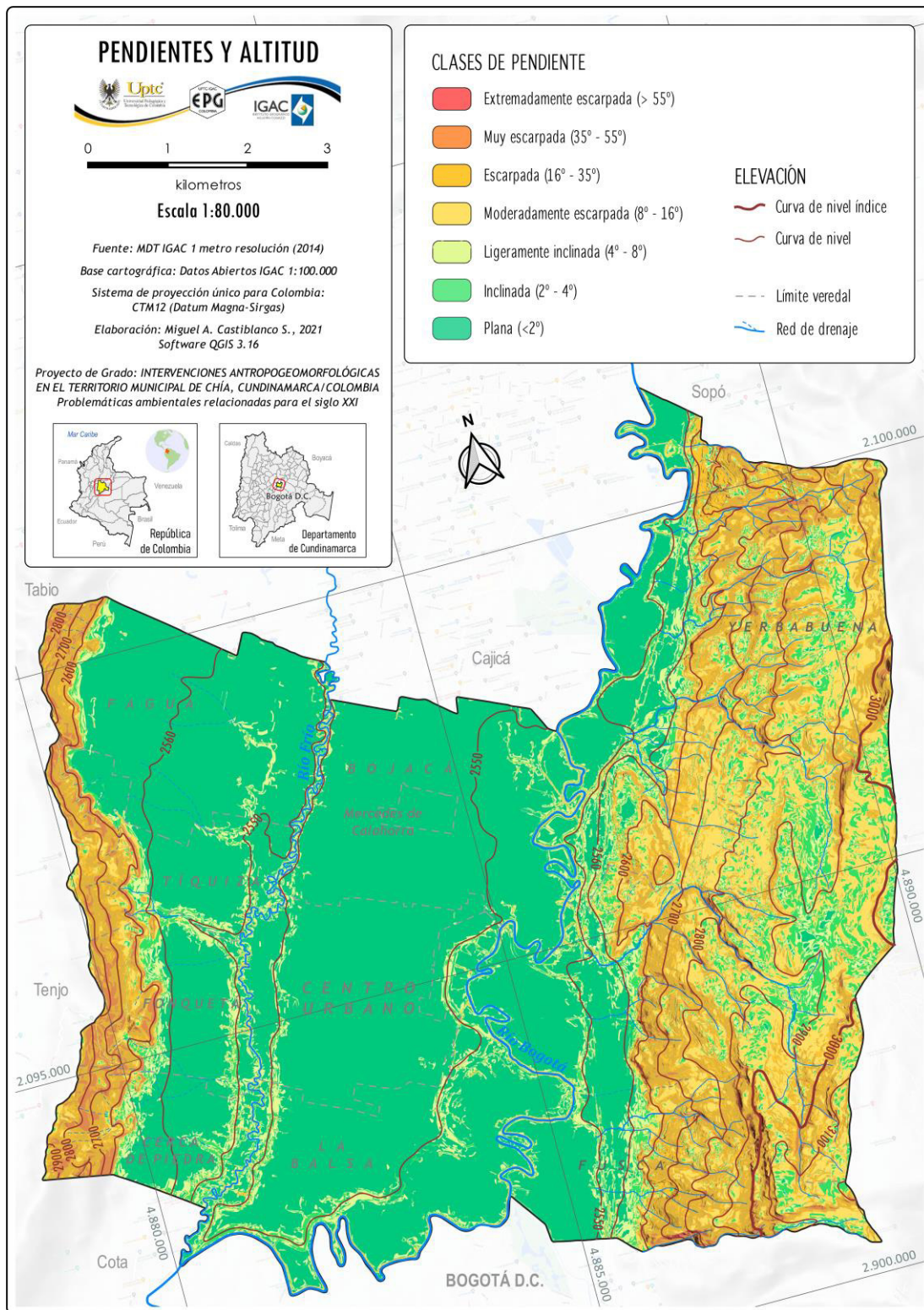


Figura 12. Mapa de pendientes y altitud del municipio de Chía
 Fuente: elaboración propia a partir del MDT del IGAC (2014).

En los taludes de las geoformas fluvio-lacustres, en los modelados de la transición montaña-altiplano (piedemonte) y en la alta montaña oriental, principalmente en las cimas de los relieves, se destaca el predominio de las pendientes de tipo inclinadas (2° - 4° y 4° - 8°). En la montaña oriental y principalmente en el sector suroriental, se identifican con un bajo porcentaje de ocurrencia las pendientes de tipo muy escarpada (mayores a 35°) y extremadamente escarpada (superficies con más de 55°).

4.1.3 Morfo-evolución y bioclima

El área que ocupa actualmente la cuenca alta del río Bogotá y por ende el municipio de Chía, es resultado de una larga evolución geológica que se remonta 100 Millones de años atrás a inicios del Cretácico Superior (Sociedad Geográfica de Colombia, 1998; Van der Hammen, 1998, 2003). Según Montoya y Reyes (2007), la historia geológica comprende inicialmente la evolución de una gran cuenca sedimentaria, que durante los siguientes 80 Ma transita entre transgresiones marinas, mares someros y ambientes costeros, que determinaron a su vez y continuamente la acumulación de materiales (esencialmente limos y arenas).

A comienzos del Mioceno Superior (entre 10 y 7 Ma), se intensifican los procesos orogénicos que dan origen al levantamiento de la Cordillera Oriental colombiana (Flórez, 1995) (colisión compresiva entre las placas Sudamericana, Caribe y Nazca). Este ambiente continental, del cual hará parte posteriormente el Altiplano de Bogotá, experimenta el ascenso vertical desde 600 metros, zona baja con clima tropical, hasta 2.600 m s. n. m. (Montoya y Reyes, 2007).

El primer escenario bioclimático significativo se gesta al final del Neógeno (3 Ma aprox.). El sustrato rocoso estaba expuesto a las condiciones climáticas cálidas tropicales (Carvajal y Navas, 2016) y la alteración bioquímica resultante provocó la formación consecuente de alteritas que, en parte, ocupan actualmente las posiciones elevadas de la montaña (CAR, 2006). Los indicadores palinológicos muestran así un enfriamiento, que solo se puede explicar por el solevantamiento tectónico cercano a los 2.000 metros de desnivel (Khobzi y Usselman, 1974).

En los últimos 2 Ma, se definen los principales rasgos del relieve montañoso regional. Para la zona de estudio se manifiesta en el fallamiento del sustrato con plegamientos anticlinales estrechos y sinclinales amplios (Sociedad Geográfica de Colombia, 1998), y adicionalmente de forma relevante, con el desarrollo de una gran depresión interna subsidente tipo sinclinorio, que permitió la conformación de una cuenca cerrada y el posterior represamiento de un gran lago (Van der Hammen, 1998). Este escenario recibió no solamente la acumulación de sedimentos lacustres y fluviales, sino, además,

se enfrentó a los cambios climáticos asociados con la morfodinámica glaciaria y periglaciaria en la recién conformada montaña alta (CAR, 2006).

Durante el periodo Cuaternario se gestó el segundo episodio bioclimático, ya que la Tierra en su conjunto se tornó más fría y húmeda; la implicación fue la alternancia de varios ciclos glaciales e interglaciales, cuya última y máxima extensión se da entre 35.000 y 24.000 años AP (Van der Hammen, 1995). La dinámica bioclimática al final del Pleistoceno fijó la franja límite del sistema morfogénico periglaciaria por encima del ecosistema de páramo, que para ese entonces llegaba arriba de los 2.750 m s. n. m. aprox. (CAR, 2006).

En los últimos 50.000 años el lago intramontano se drena debido a las variaciones pluviométricas y de humedad, como también por los procesos erosivos laterales y la inestabilidad regional asociada al tectonismo. La depresión se cubre gradualmente por sedimentos lacustres con aportes importantes y puntuales de índole fluvial, glacial, coluvio-aluvial, de material orgánico (humus), y el aporte volcánico de cenizas procedentes de la Cordillera Central colombiana (Van der Hammen, 1998, 2003).

Para la zona de estudio, las implicaciones del clima nival fueron indirectas y el ambiente periglaciaria no requirió necesariamente la presencia de masas glaciares; no obstante, las restricciones térmicas si permitían la gelifracción, impedían la colonización vegetal, y las frecuentes nevadas quedaban expuestas a la fusión y al escurrimiento hídrico que removió parte del material alterado (CAR, 2006). Este último proceso fue discreto para Chía, razón por la cual son abundantes los depósitos residuales en la montaña oriental.

En el Tardiglacial (12.500 AP aprox.), la alta montaña se transforma por el cambio climático holocénico (tercer escenario), el nuevo estadio permite el ascenso del bosque altoandino en donde existía páramo (Van der Hammen, 1998), y la vegetación de páramo coloniza por su parte las zonas descubiertas con la respectiva formación de suelos orgánicos (CAR, 2006). De acuerdo con la CAR (2006, 2018a), la última deglaciación significó el aporte considerable de sedimentos desde las cuencas adyacentes hacia el confinado altiplano, con la intensificación de la depositación coluvio-aluvial y fluvio-torrencial a lo largo de la red de drenaje y en las márgenes de la montaña, así como la colmatación fluvio-lacustre y la respectiva subsidencia de la “Sabana” (Carvajal y Navas, 2016).

Finalizada la glaciación y durante el Holoceno, se da la configuración definitiva del actual Altiplano de Bogotá, con sus relieves montañosos circundantes (Rivera, 2004; Carvajal y Navas, 2016). Las morfologías depresionales y planas continúan recibiendo los aportes detríticos coluvio-aluviales laterales, con un incremento de la dinámica

fluvial y la alineación de los valles aluviales de los ríos Bogotá y Frío. Estos valles se entallan sobre las formaciones de origen lacustre dejándolas en una posición relativa más alta (CAR, 2006).

En el presente, el escenario bioclimático natural local se encuentra determinado por el predominio del bosque altoandino bajo un clima predominantemente de tipo frío seco. La desaparición del lago (desechamiento lacustre) permitió la colonización de la cobertura vegetal terrestre a expensas de la acuática. En la montaña las áreas disectadas y los bordes inferiores del sistema periglacial exponen una predisposición a los movimientos en masa (tipo derrumbes o deslizamientos), una situación favorecida por la mayor humedad de los frentes de condensación y las resurgencias de agua (CAR, 2006). En los valles aluviales bajos del altiplano es muy común la divagación fluvial y las inundaciones condicionadas por las suaves pendientes y la abundancia hídrica de los periodos húmedos, con presencia de numerosos meandros abandonados, paleocauces, y relictos de humedales que desaparecen paulatinamente (CAR, 2006).

4.2 Sistemas morfogénicos naturales

La clasificación geomorfológica natural representa los sistemas morfogénicos naturales sin la perturbación dada por las acciones antrópicas, y son producto de la morfo-evolución regional y las complejas relaciones dadas entre los condicionantes descritos anteriormente (litología, formaciones superficiales, pendientes, morfoestructura y aspectos bioclimáticos). De este modo, la siguiente descripción diferencia cinco ambientes morfogénicos, y detalla en veintitrés unidades geomorfológicas específicas interpretadas escala 1:25.000, y que se representan a escala 1:50.000 en el APÉNDICE C.

4.2.1 Ambiente periglacial heredado

Reconocido también como la montaña altoandina inestable. Se diferencia por su connotación bioclimática debido a la influencia de los procesos crionivales del último periodo glacial, los cuales desaparecen con el cambio climático holocénico, pero, preservan la morfología abrupta entre otros aspectos de su origen morfogénico estructural (Flórez, 2003; IDEAM, 2010). Aunque en las cumbres más altas del municipio no se encuentran evidencias de formación glacial, el periglacial si representó un limitante térmico para el desarrollo de la vegetación y la pedogénesis (CAR, 2006).

Este ambiente en el territorio municipal se caracteriza por tener control estructural sobre la red de drenaje, la cual está adaptada al plegamiento anticlinal y sinclinal; la disección de las corrientes hídricas de orden inferior es leve. Sobre el sustrato rocoso son comunes los depósitos antiguos asociados a los cambios térmicos (gelifracción) y

a la acción del viento (deflación); el material residual generado por el escurrimiento superficial y los paleosuelos orgánicos se relaciona con los procesos de fusión de las nevadas en el pasado (CAR, 2006). Este entorno geomorfológico en la actualidad es un frente de condensación que potencializa la acumulación de la humedad pluvial, presenta numerosas resurgencias de agua y facilita la inestabilidad gravitatoria potencial donde existen pendientes fuertes (Flórez, 2003; IDEAM, 2010).

Para el área de estudio este sistema se ubica en el costado montañoso oriental (Figura 13), por encima de los 2.800 m s. n. m. (± 100 m), y un cubrimiento espacial próximo a los 11 km², que representa el 14 % del total municipal. Las geoformas específicas del periglacial heredado y su descripción particular se listan en la Tabla 6.

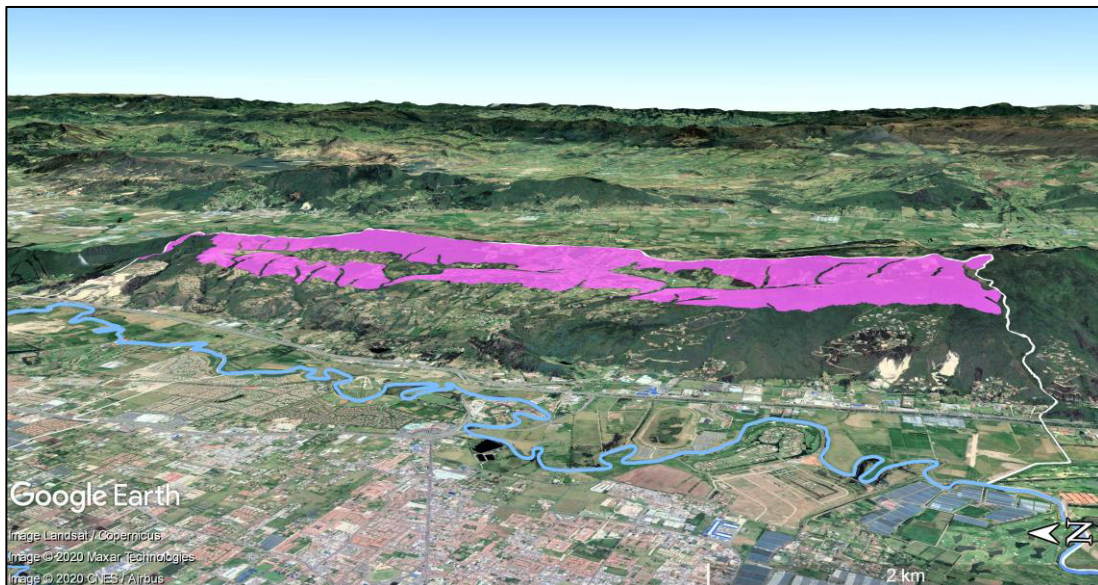


Figura 13. Ambiente periglacial heredado

Fuente: imagen *Google Earth*, 02 de marzo de 2020.

Tabla 6. Geoformas del ambiente periglacial heredado

Frente erosional en sedimentitas duras (Pfd)
<p>Relieve montañoso reconocido también como laderas erosionales o de contrapendiente. Se generaron por la discontinuidad litológica, el fallamiento inverso, el levantamiento y la posterior disección y erosión de los bloques rocosos. Los frentes erosionales se disponen en dirección perpendicular (opuesta) al buzamiento de las capas sedimentarias estratificadas y presentan un destacado escarpe; las laderas son cortas y las pendientes en general rectas escarpadas a extremadamente escarpadas; sin formaciones superficiales y con afloramientos rocosos resistentes tipo cuarzoarenitas (Formación Labor-Tierna).</p> <p>En estas geoformas es común el escurrimiento superficial difuso, las resurgencias de agua y en menor grado la deflación. Debido a la sismicidad, la humectación, el desecamiento en grietas y la presión de las raíces, se pueden presentar derrumbes, desprendimientos y desplomes de materiales meteorizados no estabilizados (CAR, 2006).</p>
Referencia geográfica: suroriente, zona montañosa más elevada de la vereda Fusca, sector Valle del Silencio.

Tabla 6. (Continuación)

Revés estructural en sedimentitas duras (Prd)	Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas (Prda)
<p>Relieves montañosos denominados también como ladera estructural o de reverso. Se originaron por la deformación, plegamiento y levantamiento de los bloques rocosos, y se dispone en el sentido del buzamiento de las capas sedimentarias estratificadas. Las pendientes son moderadamente escarpadas a escarpadas, irregulares, con laderas largas a muy largas y una red de drenaje de primer orden controlada estructuralmente (pliegues anticlinales y sinclinales). El sustrato es de cuarzoarenitas resistentes a muy resistentes (formaciones Labor-Tierna y Arenisca Dura) expuestas al retoque periglacial, con escarpes erosionales y pequeñas salientes rocosas (cornisas), y en algunos sectores con extensas áreas de alteritas residuales.</p>	
<p>Los procesos incluyen el escurrimiento superficial difuso y concentrado, con reptación, soliflucción lenta y superficial del suelo, y formación de micromodelados en graderías (terracetas y pata de vaca). La disección de la red de drenaje no es muy marcada, y hacia los límites inferiores hay cambios de pendiente asociados al retroceso de las vertientes con escarpes erosionales y relictos de pequeños y antiguos movimientos en masa de tipo planar (coluvionamiento) (CAR, 2006).</p>	
<p>Referencia geográfica: nororiente, sectores montañosos más altos de la vereda Yerbabuena: Encenillos, Sindamanoy, Sofropolis.</p>	<p>Referencia geográfica: se distribuye ampliamente por la alta montaña oriental de las veredas Yerbabuena y Fusca.</p>

Fuente: elaboración propia.

4.2.2 Ambiente estructural

Robertson et al. (2013) indican para este sistema una preponderancia de los procesos de levantamiento, plegamiento y fallamiento de los bloques tectónicos, donde las geoformas resultantes no se encuentran influenciadas o retocadas considerablemente por otros procesos morfodinámicos (como el periglacial). En este contexto, las diferencias litológicas, los contrastes de deformación del sustrato rocoso y las pendientes del terreno son los principales aspectos que determinan la distinción de los relieves estructurales en Chía.

La conformación geomorfológica de macroescala define al municipio y a la región como un gran escenario estructural. No obstante, sobre este marco morfoestructural, ha sido muy destacada la incidencia bioclimática periglacial (explicada anteriormente), y como se describirá más adelante, la acción de otros procesos morfogénicos de tipo coluvio-aluvial, fluvio-lacustre y fluvial, especialmente para la denominada depresión tecto-sedimentaria.

En el territorio municipal, las geoformas estructurales presentan morfologías escalonadas, alternadas por rocas tipo arcillolitas, limolitas y cuarzoarenitas. Las pendientes son predominantemente escarpadas, con un retroceso activo de las vertientes, una destacada concentración de la red hídrica, disección profunda, y evidencias significativas de movimientos en masa tipo derrumbes, desplomes y deslizamientos (Flórez, 1995, 2003; CAR, 2006; IDEAM, 2010).

En ese orden de ideas, el ambiente estructural comprende todas las morfologías ubicadas altitudinalmente entre el límite inferior del sistema periglacial (2.800 m s. n. m. \pm 100 m), y la cota 2.580 m s. n. m. (\pm 20 m) que es el contacto con los bordes del altiplano. El cubrimiento de este sistema es muy relevante tanto para los costados oriental y occidental (Figura 14), y alcanza los 16 km² que representa aprox. el 21 % de la extensión municipal. Las geoformas específicas identificadas para el ambiente estructural se describen en la Tabla 7.

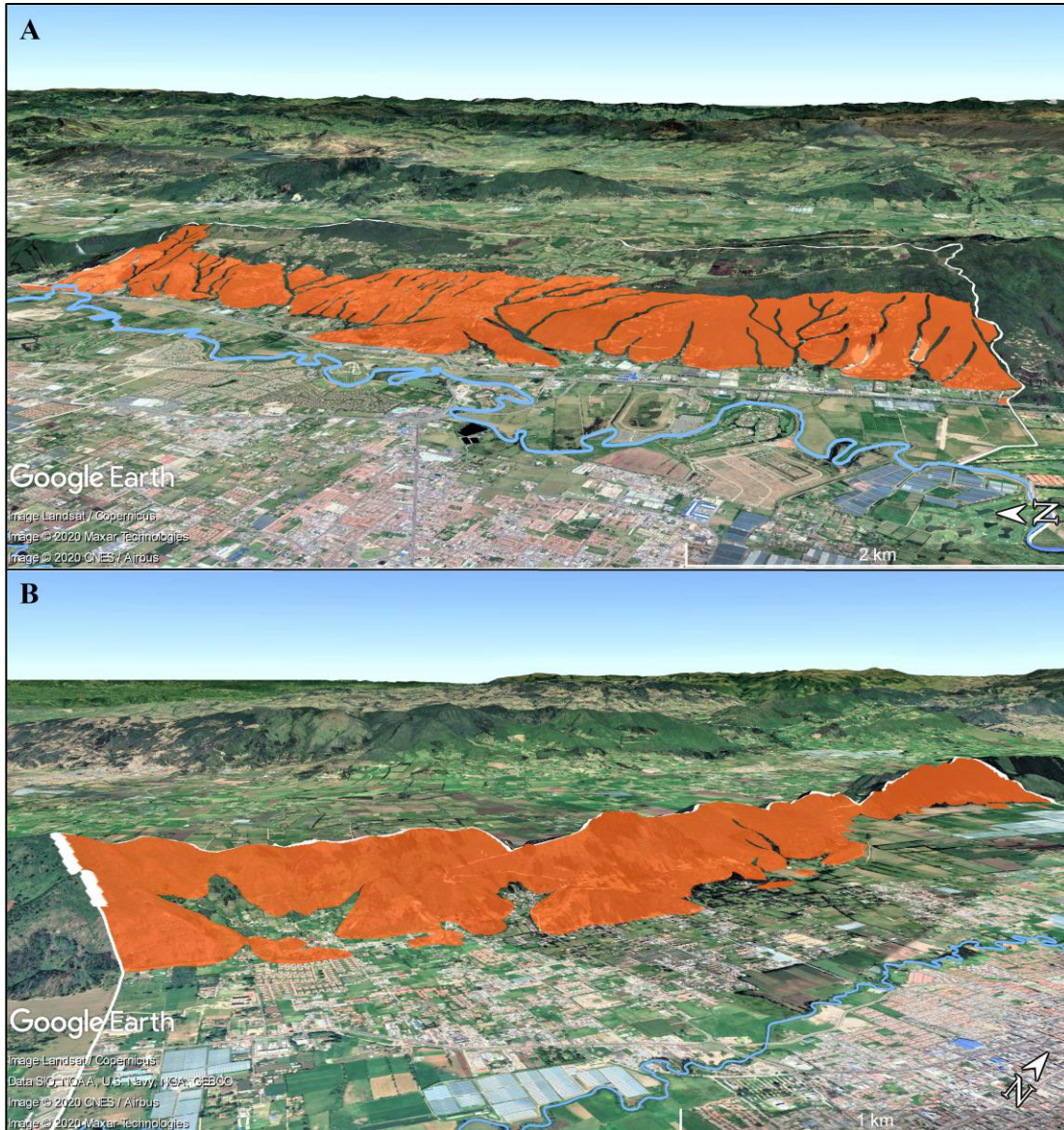


Figura 14. Ambiente estructural

A: flanco oriental. B: flanco occidental.

Fuente: imágenes *Google Earth*, 02 de marzo de 2020.

Tabla 7. Geoformas del ambiente estructural

Frente erosional en sedimentitas duras (Efd)		Frente erosional en sedimentitas blandas (Efb)	
<p>Relieves montañosos reconocidos también como laderas erosionales o de contrapendiente, que se generaron por la discontinuidad litológica, el fallamiento inverso, el levantamiento y la posterior disección y erosión de los bloques rocosos. Los frentes erosionales se encuentran en dirección perpendicular (opuesta) al buzamiento de las capas sedimentarias estratificadas; las laderas son cortas y las pendientes escarpadas a extremadamente escarpadas, rectas a irregulares (escalonadas), con escarpes o resaltos estructurales. Los materiales son alternancias de rocas duras y blandas tipo cuarzoarenitas, limolitas y arcillolitas, de moderada a baja resistencia (formaciones Labor-Tierna, Plaeners y Guaduas) y sin formaciones superficiales sobresalientes.</p> <p>Los frentes erosionales son en general estables y presentan ocasional y puntualmente derrumbes, desprendimientos y desplomes de los materiales meteorizados inestables, principalmente inducidos por la sismicidad, la humectación, el desecamiento en grietas y la presión radicular de la vegetación. En estas geoformas es común el escurrimiento superficial difuso, el incipiente desarrollo de suelos y en las partes bajas las resurgencias de agua con pequeños depósitos de detritos (CAR, 2006).</p>			
Referencia geográfica: unidades dispersas en la montaña oriental, sectores La Resaca, Sofrópolis, Hicatá, Altos de Fusca; y al occidente en los sectores Resguardo Indígena, La Valvanera, Vía a Tabio y El Retiro.		Referencia geográfica: montaña oriental, sectores Castillo Marroquín, El Espejo y San José de Guauza.	
Revés estructural en sedimentitas duras (Erd)	Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas (Erda)	Revés estructural en sedimentitas blandas con alteritas (Erba)	
<p>Relieves montañosos denominados también como laderas estructurales o de reverso. Se originaron por la deformación, plegamiento y levantamiento de los bloques rocosos, y se disponen en el sentido del buzamiento de las capas sedimentarias estratificadas. Las pendientes son moderadamente escarpadas a escarpadas, irregulares, con laderas largas a muy largas; y sobre estas geoformas existe una concentración de la red hídrica subparalela que disecta de manera profunda y transversal los pliegues. El sustrato es de cuarzoarenitas, limolitas y arcillolitas de resistencia intermedia a baja (formaciones Labor-Tierna, Plaeners y Guaduas), con pequeñas salientes rocosas y en sectores espesas alteritas residuales.</p> <p>En estos reveses son frecuentes las resurgencias de agua, el escurrimiento superficial difuso y una escorrentía concentrada que funciona estacionalmente (periodo de lluvias). Igualmente se presenta reptación y soliflucción lenta profunda, con microformas discontinuas tipo graderías (terracetas y pata de vaca), ruptura y pérdida de suelos, y pequeños y esporádicos deslizamientos de tipo planar y rotacional (especialmente en las rocas arcillosas) (CAR, 2006).</p>			
Referencia geográfica: grandes extensiones al oriente, veredas Yerbabuena y Fusca; y al occidente, veredas Cerca de Piedra, Fonquetá, Tíquiza y Fagua.	Referencia geográfica: cubrimiento amplio al oriente y nororiente, vereda Yerbabuena.	Referencia geográfica: al oriente, sectores Castillo Marroquín, Karina y La Caro.	
Cerro residual (Ec)			
<p>Geoforma estructural remanente, degradada, de baja elevación, originada por la denudación (meteorización y erosión) intensa y diferencial y separados por el relleno sedimentario del altiplano. Las pendientes son moderadamente escarpadas a muy escarpadas, con laderas convexas y muy cortas. Los materiales poco consolidados y de moderada resistencia corresponden con las sedimentitas de la Formación Labor-Tierna.</p> <p>Los procesos actuales incluyen la escorrentía superficial no concentrada, movimientos en masa lentos y acumulación de materiales al pie de laderas (CAR, 2006).</p>			
Referencia geográfica: pequeñas unidades en el borde del altiplano, al occidente en los sectores Resguardo, Casa Indígena, Los Tanques, Vía a Tabio y El Retiro; y al suroriente en el sector Torca.			

Fuente: elaboración propia.

4.2.3 Ambiente coluvio-aluvial

Incorpora las dinámicas geomorfológicas exógenas relacionadas con la transición y/o combinación de los procesos gravitatorios e hídricos, es decir, aquellos dados por la erosión, transporte y acumulación del material detrítico proveniente de los ambientes periglaciario heredado y estructural (CAR, 2006). Los modelados coluvio-aluviales incluyen de esta manera las geformas asociadas a la red de drenaje de la montaña, y que evolucionan además en los bordes del altiplano (piedemonte) (Figura 15).

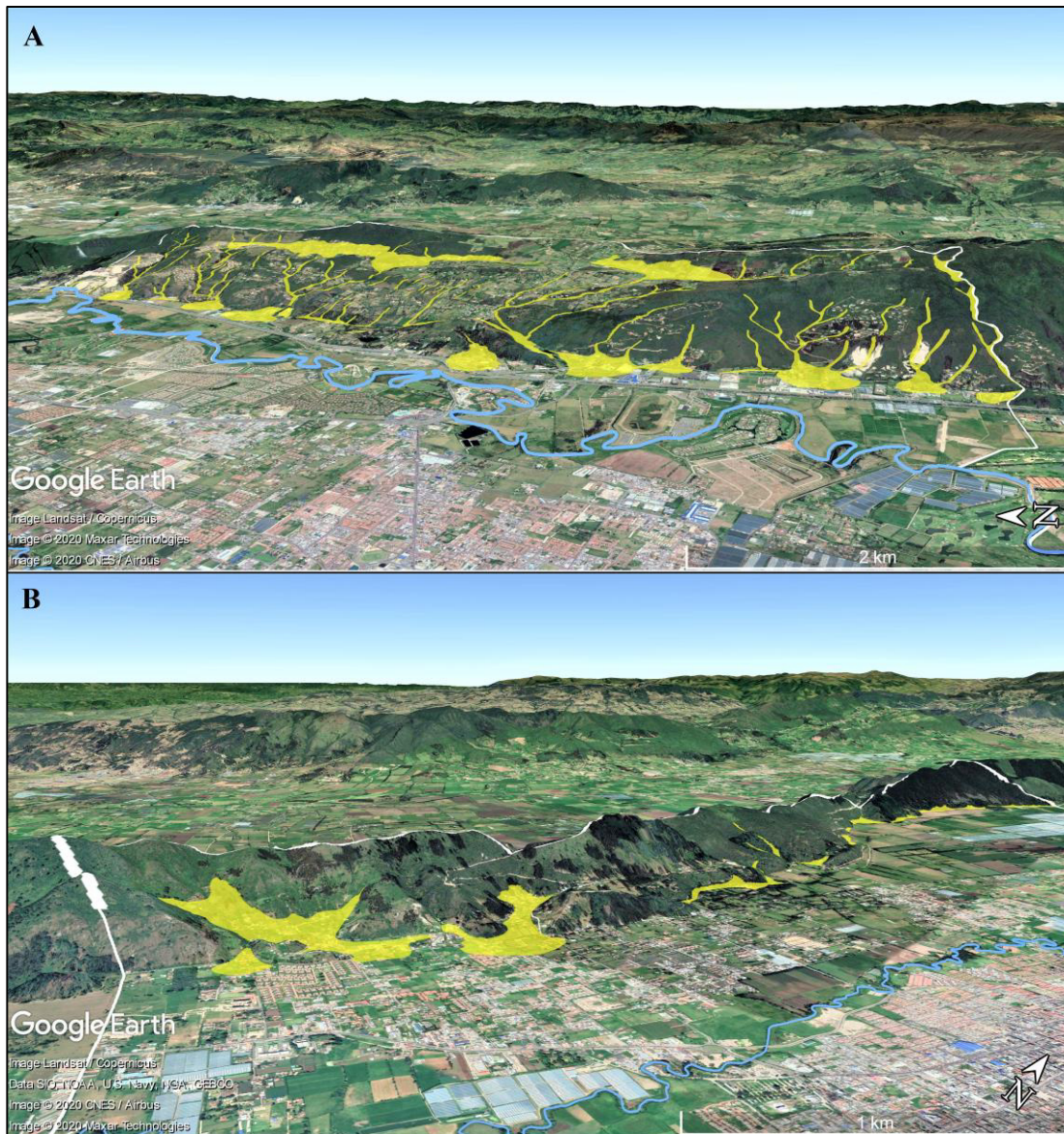


Figura 15. Ambiente coluvio-aluvial

A: flanco oriental. B: flanco occidental.

Fuente: imágenes *Google Earth*, 02 de marzo de 2020.

El ambiente coluvio-aluvial tiene un cubrimiento de 7 km² (8 %); y las geoformas específicas representativas de este sistema morfogénico se describen en la Tabla 8.

Tabla 8. Geoformas del ambiente coluvio-aluvial

Ladera coluvial (Cl)
<p>Modelado de acumulación de morfología irregular ligado a la depositación de materiales detríticos antiguos provenientes de las unidades Prd y Prda. Las pendientes son inclinadas a moderadamente escarpadas e irregulares; y los materiales detríticos son gruesos tipo cantos y bloques.</p> <p>Los procesos incluyen la meteorización del subsuelo, compactación, filtración hídrica, ocasionalmente anegamientos, y en general coluvionamiento (CAR, 2006).</p> <p style="text-align: center;">Referencia geográfica: zonas elevadas de la montaña oriental, sectores Encenillos, Sindamanoy, Sofropolis, Rincón, Lagos, Altos y Pan de Azúcar en la vereda Yerbabuena.</p>
Vallecito de montaña (Cv)
<p>Modelado de disección producido por la red hídrica; con una incisión en forma de “v”, estrecha, alargada y en su eje central una corriente de agua de orden inferior. Las pendientes son inclinadas a escarpadas; y los materiales constan de depósitos detríticos gruesos de origen aluvial, con aportes laterales coluviales.</p> <p>Por el alto potencial hidro-gravitatorio es común la meteorización del subsuelo, con pequeños derrumbes laterales, crecidas súbitas ocasionales, y en general un régimen hídrico discontinuo o intermitente, que aparece y desaparece en función de la estacionalidad de las lluvias (CAR, 2006).</p> <p style="text-align: center;">Referencia geográfica: al oriente vallecitos relacionados con las quebradas Caseteja, El Chircal, Sindamanoy, Santiamén, El Rincón, Honda, El Codito, Fusca, Bella Escocia y Torca; al occidente con la quebrada Tíquiza.</p>
Glacis de acumulación (Cg)
<p>Modelados pequeños de acumulación situados en la base de los relieves y generados por la acción hidro-gravitatoria difusa en las laderas. Las pendientes son ligeramente inclinadas a moderadamente escarpadas, con superficies cortas, rectas a cóncavas, y materiales finos de poco espesor.</p> <p>Los procesos incluyen la erosión laminar del suelo, con remoción paulatina de las laderas adyacentes de fuerte pendiente, flujos lentos y escurrimiento superficial difuso (CAR, 2006).</p> <p style="text-align: center;">Referencia geográfica: pequeñas unidades ubicadas al oriente en el sector Yerbabuena Baja; y en el piedemonte occidental sectores El Retiro, Vía a Tabio, Los Tanques, La Valvanera y Resguardo Indígena.</p>
Manto de derrubios (Cm)
<p>Modelado de acumulación caótica, originado por la acción gravitatoria en laderas inestables. Las pendientes son inclinadas a moderadamente escarpadas, e irregulares. La superficie es convexa, estrecha en el ápice y amplía en las áreas distales, con abundantes fragmentos de roca tipo bloques y cantos angulares.</p> <p>Los procesos incluyen la reptación, solifluxión lenta y escurrimiento superficial tanto difuso como concentrado, compactaciones, ondulaciones y rupturas del terreno, pequeños derrumbes y deslizamientos puntuales y coluvionamiento (CAR, 2006).</p> <p style="text-align: center;">Referencia geográfica: al suroccidente en los sectores Resguardo Indígena, Lavaderos, La Valvanera y Los Méndez; al oriente en los sectores Castillo Marroquín y La Caro II.</p>
Cono de deyección (Cy)
<p>Modelado de acumulación en los bordes del altiplano, generado por la dinámica torrencial de las corrientes de montaña. Son pequeños, estrechos en su ápice y amplios hacia la parte distal, algunos coalescentes, con pendientes ligeramente inclinadas a inclinadas, rectas y convexas y de material detrítico fino a moderadamente grueso.</p> <p>Presentan reptación superficial lenta, compactación, disección moderada, tunelización (sufosión), hundimientos menores, y en las zonas medias y distales resurgencias de agua (CAR, 2006).</p> <p style="text-align: center;">Referencia geográfica: borde oriental del altiplano veredas Yerbabuena y Fusca.</p>

Fuente: elaboración propia.

4.2.4 Ambiente fluvio-lacustre

Refiere a las geformas resultantes de la dinámica lagunar del pasado pleistocénico. Los modelados fluvio-lacustres actuales derivan de los procesos de colmatación y desecamiento del gran lago que cubría la depresión tecto-sedimentaria en la cuenca cerrada del Alto Bogotá (CAR, 2006), y cuya última fase en Chía se fechó aprox. en 40.000 años AP (Helmens y Van der Hammen, 1995). La dinámica de sedimentación y la pérdida progresiva de la lámina de agua permitió la formación de niveles de depositación, los cuales se diferencian por cambios muy suaves en la pendiente (declives tendidos). Adicionalmente, este ambiente evidencia una disección moderada que lo deja en una posición más elevada respecto a los valles fluviales Bogotá y Frío (Figura 16). El sistema fluvio-lacustre y sus geformas son las de mayor extensión superficial para el municipio con cerca de 29 km², que corresponde al 36 % del área municipal; las formas distintivas se describen en la Tabla 9.

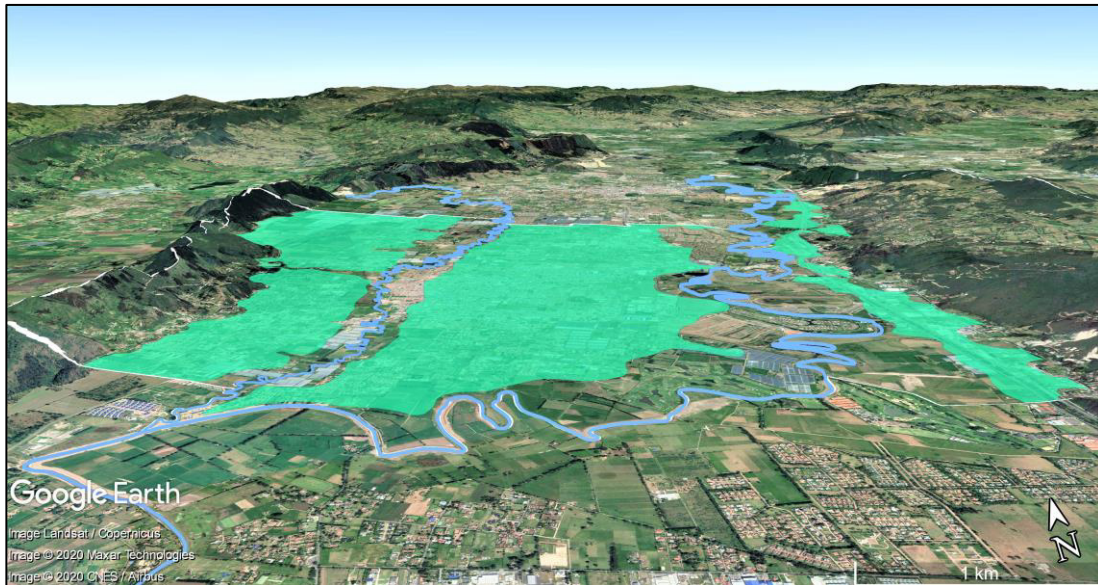


Figura 16. Ambiente fluvio-lacustre

Fuente: imagen *Google Earth*, 02 de marzo de 2020.

Tabla 9. Geformas del ambiente fluvio-lacustre

Plano de terraza nivel alto (Flt3)	Plano de terraza nivel medio (Flt2)	Plano de terraza nivel bajo (Flt1)
Modelados de acumulación heredados del ambiente lagunar, formados principalmente por la acumulación y colmatación paulatina de sedimentos finos y muy finos, y por el descenso gradual del nivel de las aguas del lago que da origen a los diferentes niveles. Los planos comprenden la parte superior de las terrazas disectadas por la red de drenaje; son de gran extensión y presentan pendientes planas, rectas, algo irregulares, con discontinuidades, pequeñas depresiones y ondulaciones menores. Las terrazas se dividen en tres niveles: el más alto aprox. a 2.565 m s. n. m. ($\pm 2,5$ m), el intermedio a 2.560 m s. n. m. aprox. ($\pm 2,5$ m) y el bajo a 2.555 m s. n. m. aprox. ($\pm 2,5$ m).		

Tabla 9. (Continuación)

Los procesos en los planos de terraza son la compactación de sedimentos, encharcamientos por lluvias en las depresiones, niveles freáticos altos, disección interna poco activa (subsUPERficial, incipiente y puntual), desecamiento y un aporte de sedimentos detríticos provenientes de los bordes marginales más elevados (CAR, 2006).

Referencia geográfica: nivel alto al noroccidente en las veredas Fagua y Tiquiza; y al oriente en los sectores Karina, La Caro I, La Caro II e Instituto Caro y Cuervo.	Referencia geográfica: el nivel medio caracteriza el costado oriental del altiplano, veredas Yerbabuena y Fusca; y el costado occidental en las veredas Cerca de Piedra, Fonquetá, Tiquiza y Fagua.	Referencia geográfica: el nivel bajo se distribuye ampliamente por todo el sector central del altiplano, que corresponde a las veredas Bojacá y La Balsa y el Centro Urbano.
Talud de terraza (Fltt)		
Modelado que bordea los planos de la terraza fluvio-lacustre y que es resultado de la disección y erosión lateral fluvial. Muestran desniveles que oscilan entre los 3 y 15 metros, las pendientes son ligeramente inclinadas, predominantemente cortas, rectas a cóncavas e irregulares, y de materiales arcillosos finos a muy finos.		
Los procesos en los taludes son el retroceso por erosión principalmente laminar, el escurrimiento superficial difuso y la disección aluvial con pequeñas depresiones y carcavamientos (CAR, 2006).		
Referencia geográfica: unidades alargadas y estrechas que surcan de norte a sur el territorio y limitan con los valles de los ríos Bogotá y Frío (ambiente fluvial).		

Fuente: elaboración propia.

4.2.5 Ambiente fluvial

De acuerdo con Robertson et al. (2013), este ambiente incluye los terrenos sujetos a la acción de las corrientes hídricas; donde operan activamente la erosión, transporte y acumulación en función de la pendiente, el caudal líquido y la carga de sedimentos.



Figura 17. Ambiente fluvial

Fuente: imagen *Google Earth*, 02 de marzo de 2020.

Los diferentes procesos fluviales determinan la ocurrencia de crecientes e inundaciones por desborde, propias de las temporadas lluviosas (Flórez y Suavita, 1997; CAR, 2006). La dinámica fluvial de los ríos Bogotá y Frío ha modelado los dos valles representativos que cruzan el territorio chiense en sentido noreste-suroeste (Figura 17); y en conjunto es el sistema morfogénico natural con mayor dinámica para la zona de estudio, el cual cubre aprox. 17 km² y representa el 22 % de la jurisdicción municipal. Las geoformas fluviales específicas se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10. Geoformas del ambiente fluvial

Vallecito de altiplano (Fv)
<p>Modelado de disección relacionado con la red hídrica de los bordes del altiplano, que continua desde los vallecitos de las zonas montañosas, atraviesa la terraza fluvio-lacustre y conduce los flujos hídricos hacia los planos de desborde. Las pendientes de los vallecitos son planas a ligeramente inclinadas, su disección es superficial, recta, alargada y estrecha, y los materiales finos (limos y arenas).</p> <p>Estas geoformas experimentan inundaciones por lluvias, obturación, entallamiento discreto por las corrientes, y esporádicamente presentan avenidas repentinas que tributan finalmente a los ríos Bogotá y Frío (CAR, 2006).</p> <p>Referencia geográfica: en el flanco occidental asociados a la quebrada Tíquiza; al oriente relacionados con las quebradas Caseteja, El Chircal, Sindamanoy, Santiamén, El Rincón, Honda, El Codito, Fusca y Bella Escocia.</p>
Plano de desborde (Fp)
<p>Modelado depresional, extenso e irregular, generado por la divagación fluvial histórica, limita con los taludes de la terraza fluvio-lacustre. Presenta sedimentos finos acumulados por la sedimentación aluvial, con pendientes planas, rectas a cóncavas.</p> <p>Reciben los desbordes por crecientes periódicas, inundaciones y sedimentación (CAR, 2006).</p> <p>Referencia geográfica: cubrimiento amplio de norte a sur a lo largo de los valles Bogotá y Frío, en jurisdicción de todas las veredas del municipio.</p>
Cubeta de decantación (Fc)
<p>Modelado depresional, predominantemente ovalado, formado por la divagación fluvial histórica y situado en las partes más bajas de los valles fluviales. Los materiales constan de sedimentos aluviales finos a muy finos, con presencia de material orgánico, en pendientes planas y cóncavas.</p> <p>Las cubetas son las zonas de amortiguación ante los desbordes periódicos, y se encuentran muy expuestas los anegamientos prolongados, la colmatación y los niveles freáticos altos; son entornos de humedales (CAR, 2006).</p> <p>Referencia geográfica: ocupación extensa de norte a sur a lo largo de los valles Bogotá y Frío, en jurisdicción de todas las veredas del municipio.</p>
Meandros y cauces abandonados (Fm)
<p>Modelados acanalados, arqueados, alargados y sinuosos, que corresponde a antiguos tramos del cauce de los ríos meándricos, y que por migración lateral quedan inmersos actualmente en las cubetas y en los planos de desborde; las pendientes son planas y cóncavas.</p> <p>Los meandros abandonados son ambientes propensos para el estancamiento de agua semipermanente, acumulación y compactación de sedimentos aluviales finos, que incluye frecuentemente material orgánico (turba) (CAR, 2006).</p> <p>Referencia geográfica: sectores Guanatá, La Macarena, Las Acacias, La Lorena, Los Humedales, La Gran Colombia, Fontanar, Santa Ana, Universidad de la Sabana, Teletón, La Chavela, Hipódromo de Los Andes, San Jacinto y Monguibello.</p>

Tabla 10. (Continuación)

Cauce aluvial activo (Fa)
<p>Modelado cóncavo que describe el canal meandriforme por el cual circulan las aguas de los ríos Bogotá y Frío. Las pendientes son plano-cóncavas y los materiales finos areno-limosos. En los bordes de los cauces se hallan diques que son elevaciones estrechas y alargadas entre 1 y 4 metros, y orillares al interior de los meandros, que son igualmente pequeños montículos originados por la acumulación aluvial durante los desbordes. Por la escala del trabajo los diques y orillares son cartografiados como elementos lineales. Los procesos en cauces, diques y orillares incluyen la fluctuación hídrica, los desbordes, la erosión lateral con socavación de bermas, divagación y migración de canales (CAR, 2006).</p>
<p>Referencia geográfica: surcan de norte a sur los dos grandes valles aluviales del altiplano y confluyen en el sector de las Juntas; definen en parte los límites administrativos veredales.</p>

Fuente: elaboración propia.

4.3 Procesos morfodinámicos naturales

Los relieves y modelados descritos presentan de manera intrínseca las siguientes dinámicas:

4.3.1 Potencial hidro-gravitatorio en la montaña

Las características del sustrato rocoso en Chía con rocas sedimentarias moderadamente resistentes a muy resistentes y medianamente meteorizadas, dan una relativa estabilidad a las vertientes estructurales y con influencia periglaciaria. No obstante, para los frentes erosionales (Pf y Ef) se evidencian derrumbes de baja incidencia, con volúmenes menores de material en las bases de estos relieves. En los reveses estructurales (Pr y Er) los deslizamientos son también fenómenos potenciales, pero poco frecuentes; los mantos de derrubios (Cm) identificados, son indicadores de la ocurrencia de este tipo de remoción, con grandes volúmenes de material desplazado (Figura 18). Sobre los reveses son más comunes los derrumbes pequeños y puntuales.

De acuerdo con la CAR (2006), la inestabilidad y los movimientos en masa en la región se presentan especialmente debajo del límite inferior periglaciario, donde aumentan las pendientes, el material es suelto, la disección de las corrientes es profunda, el sustrato se encuentra más fracturado y meteorizado, y se evidencian huellas de erosión hídrica laminar difusa y concentrada. Los procesos de remoción lenta tipo solifluxión y reptación son en general comunes para las laderas montañosas del municipio, siendo más habituales en las geoformas constituidas por rocas arcillosas y materiales inestables en proceso de degradación (p.e. cerros residuales Ec y laderas coluviales Cl). Por su parte, en los vallecitos de montaña (Cv) son posibles los flujos hidro-gravitatorios torrenciales, debido al coluvionamiento y la escorrentía superficial que se concentra en los cauces. Las condiciones de inestabilidad natural para la montaña municipal se pueden detonar e incrementar principalmente por el aumento de las lluvias estacionales y por la potencial actividad telúrica derivada de la sismicidad regional.

4.3.2 Transferencia y amortiguamiento en el altiplano

En los bordes superiores del altiplano se destaca en primer lugar la predisposición a los flujos torrenciales tipo avenidas súbitas; que descienden por los vallecitos de montaña e impactan básicamente los conos de deyección (Cy) y los vallecitos del altiplano (Fv); su acontecer esporádico depende de las lluvias inusuales y sucesos puntuales de remoción en las laderas de la montaña que aportan material a la red de drenaje.

En los vallecitos que modelan actualmente el altiplano (Fv), y que enlazan la red de drenaje de la montaña con los valles fluviales bajos Bogotá y Frío, se desarrollan procesos activos de sedimentación y las corrientes hídricas son poco funcionales (intermitentes y transitorias). Sin embargo, a pesar de la obturación natural de estos vallecitos con sedimentos y biomasa, el escurrimiento superficial concentrado sigue actuando ocasionalmente en función de los periodos de elevada pluviosidad (humedad).

En el altiplano como tal, sobresale la disección superficial de la terraza fluvio-lacustre (Flt niveles alto, medio y bajo), dada por el sistema hidrográfico principal y en parte por las corrientes secundarias (Carvajal, 2005). Como lo menciona la CAR (2006), este proceso fue significativo en el pasado, pero en los últimos tiempos se presenta de manera muy leve o es prácticamente inactivo.

Sobre los niveles de la terraza fluvio-lacustre se presentan de manera habitual inundaciones y encharcamientos producto de las lluvias estacionales, que se concentran en las pequeñas depresiones mal drenadas (bajos). En el ambiente fluvio-lacustre son igualmente comunes los procesos de compactación de sedimentos que generan hundimientos, ondulación, endurecimiento, agrietamiento de materiales y aumento del escurrimiento superficial; en los taludes de las terrazas, son frecuentes los procesos de coluvionamiento lateral y el flujo subsuperficial que alimenta los acuíferos y provoca de manera muy esporádica procesos de sufosión (tunelización o piping).

En el ambiente fluvial de los valles de los ríos Bogotá y Frío, el proceso morfodinámico más representativo y predominante corresponde a las inundaciones generadas por las crecientes y desbordes lentos (CAR, 2006, 2018c) (Figura 19). Este tipo de inundaciones implican el aumento paulatino del nivel de las aguas, el transporte y acumulación de partículas finas, y sus efectos pueden durar desde varios días hasta algunos meses (Flórez y Suavita, 1997). Las crecientes lentas en los valles de Chía son detonadas por las fuertes precipitaciones que se dan en las cabeceras de las cuencas hidrográficas (Bogotá y Frío) y pueden acompañarse por los flujos torrenciales laterales; los periodos lluviosos en la región tienen un comportamiento anual bimodal, y se encuentran altamente influenciados por la ocurrencia de la anomalía climática ENOS en su fase conocida como Fenómeno de La Niña (CAR, 2018c).

Los modelados y elementos geomorfológicos incluidos en la dinámica fluvial estacional de las inundaciones comprenden: el cauce fluvial activo (Fa), los diques y orillares aluviales, los planos de desborde (Fp), los meandros y cauces abandonados (Fm), y con mayor propensión las cubetas de decantación (Fc), que retienen agua y albergan ecosistemas de humedales tipo chucuas (pantanos y lagunas).

Sumado a los desbordes de los ríos Bogotá y Frío, en los dos grandes valles del municipio se observan otros procesos morfodinámicos relacionados con el régimen fluvial natural, como son el aumento bastante gradual en el nivel de base por la respectiva sedimentación aluvial, la erosión de los diques con socavación lateral, la consecutiva divagación de los canales con formación de orillares (barras de meandro), fluctuación de los niveles freáticos, y la colmatación de los cuerpos de agua presentes en las cubetas; los cuales son entornos estratégicos de regulación ecosistémica y de amortiguación hidro-geomorfológica.



Figura 18. Material de antiguo deslizamiento en manto de derrubios (Cm)
Sector Castillo de Marroquín. Fotografía: Miguel A. Castiblanco S., 2021.



Figura 19. Desbordes del río Bogotá (Fa) e inundación de cubetas (Fc)
Sector Universidad de La Sabana - Teletón. Fotografía: Miguel A. Castiblanco S., 2011.

5. INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS

Las geoformas y procesos naturales tratados en el capítulo cuatro, han registrado la intervención histórica no uniforme por parte de los diferentes grupos humanos que han ocupado y poblado el espacio municipal. La evolución del paisaje en Chía en términos geomorfológicos ha respondido así no solo a la acción natural del potencial hidrogravitatorio en la montaña y su respectiva transferencia y amortiguación sobre el altiplano; sino también y de manera notoria por las progresivas acciones antropogénicas dadas mediante el desarrollo de actividades y los usos en el territorio.

En el presente capítulo se desarrolla de esta manera un recuento geohistórico de esas intervenciones particulares para el municipio de Chía. Se describen los hechos y se ilustran los casos más relevantes mediante ejemplos gráficos y cartográficos; se clasifican y caracterizan para el marco actual los modelados artificiales y las geoformas antrópicas presentes; y se definen finalmente patrones y tendencias de la variación espacio-temporal del fenómeno con la cuantificación de la denominada huella antropogeomorfológica.

5.1 Geohistoria del accionar antropogénico

El fenómeno antropogeomorfológico como tal en Chía ha evolucionado en función de la implantación de los diversos modelos de ocupación, poblamiento y desarrollo territorial local y regional. El afianzamiento de estas dinámicas ha sido en particular gradual, disímil y se ha centrado fundamentalmente sobre el escenario del altiplano en sus ambientes fluvio-lacustre y fluvial; sin embargo, en los últimos años, se destaca un importante incremento, complejización y densificación de las intervenciones, con incidencia importante sobre otros ambientes geomorfológicos que incluyen la montaña.

5.1.1 Periodo Prehispánico

El actual territorio de Chía fue inicialmente el espacio para el tránsito y asentamiento de los primeros grupos indígenas en el altiplano (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000); aborígenes nómadas cuya primera presencia se remonta aprox. a 12.000 años AP (López, 2014). Desde el Tardiglacial, ya en el periodo holocénico, el clima se tornó más cálido, lo cual se reflejó en general, en mejores condiciones ambientales para la colonización de los migrantes humanos (Ardila, 1984; Rodríguez, 2019).

De acuerdo con Ceballos (2006), la conquista del espacio en Colombia dada por el hombre primitivo produjo formas adaptativas locales en ambientes biofísicos propicios, dentro de los cuales se destacan los valles aluviales (riberas fluviales), las áreas lacustres (márgenes de los cuerpos de agua), entre otros. Uno de los escenarios que más ofreció alternativas en cuanto a espacio, alimento, agua, comunicación y seguridad fue precisamente el Altiplano de Bogotá (Sabana), donde se organizaron y estructuraron poblaciones humanas que alcanzaron altos niveles de desarrollo, en parte gracias a la oferta ambiental (Ceballos, 2006).

El paisaje de la Sabana sufrió de esta manera cambios de origen antrópico desde la misma aparición y presencia regional del hombre (Díaz, 2013). Según el IGAC (2007a), los primeros lugares de vivienda de estos grupos a nivel local fueron las cavidades y cornisas de los relieves montañosos (refugios temporales), con una posterior movilidad desde los abrigos rocosos hacia las zonas bajas, planas, inundables y fértiles, y con el consecuente desarrollo de tecnología y la desaparición de la megafauna (Loaiza y Aceituno, 2015). En el actual municipio de Chía se encuentran así pictografías en el sector montañoso occidental, y evidencias de obras de adecuación hidráulica para actividades agrícolas en los valles de los ríos Funzhé actual Bogotá y Simca actual Frío (López, 2014; IGAC, 2020).

Los grupos humanos hicieron su ingreso por primera vez al altiplano a través del Valle del Magdalena (Rodríguez, 2019, citando a Reichel-Dolmatoff, 1965 y Correal et al., 1969), e inicialmente estas poblaciones aprovecharon la configuración geomorfológica divergente entre montaña y altiplano para el desarrollo de actividades seminómadas, de cacería y recolección de alimentos (Correal y Van der Hammen, 1977 citados por Arévalo, 2019). Ante las fugaces estadías mediante campamentos de paso, desarrollaron asimismo actividades de horticultura con la domesticación de raíces y tubérculos (Ardila, 1984); y siguieron un patrón de asentamiento de muy baja densidad y bastante disperso, que se situaba principalmente sobre las faldas de las montañas (Boada, 2007); el denominado ambiente coluvio-aluvial (ver capítulo 4).

Entre 5000 y 3000 AP los grupos abandonan los abrigos en las montañas para ubicarse principalmente en la llanura (Sabana), y desarrollan una simbiosis con el recurso agua (Rodríguez, 2019). Estas organizaciones sedentarias dependientes del sustento agrario y de la pesca empiezan a construir zanjas y camellones que acoplan a las condiciones generadas por el clima, el suelo y los cambios en el nivel del agua (Díaz, 2013); y logran un equilibrio ecológico bajo el conocimiento y manejo de las tierras anegadizas, y un uso racional de la biodiversidad en ríos y humedales (Naranjo y Sepúlveda, 2016).

Los pobladores indígenas de la cultura Herrera (entre 400 AP y 1000 d. C.) construyeron asentamientos pequeños y dispersos en las laderas bajas del sistema

montañoso, así como cerca de los ríos por la abundancia de recursos (Boada, 2007); mientras que en contraste, y de acuerdo con esta autora, los habitantes posteriores del pueblo Muisca (entre 1000 y 1600 d. C.) desarrollaron concentraciones más abundantes, grandes y densas, con aldeas y núcleos principalmente en las orillas occidentales tanto del río Frío como del Bogotá. Los asentamientos muisca, aunque también dispersos, se localizaron preferentemente sobre los taludes de la terraza fluvio-lacustre y en las márgenes de los planos inundables, y su principal intervención antropogeomorfológica fue la red de camellones que potenciaron el control hidráulico y la producción agrícola, y de los cuales en la actualidad prácticamente no quedan registros (Boada, 2007; Rodríguez, 2019) (Figura 20).

“Las áreas inundadizas cerca del río Frío presentan restos de camellones de damero prehispánicos; esto indica la necesidad que tuvieron las sociedades indígenas de invertir en grandes obras de ingeniería para adecuar las tierras para uso agrícola. El área junto a la actual población de Chía ha sido arada y los camellones obliterados. Algunos remanentes de estos sistemas agrícolas son apenas visibles en las fotografías tomadas en la primera mitad del siglo pasado.” (Boada, 2007, p. 23).

Otro sitio de ocupación de la población muisca prehispánica en Chía, además de los recodos de los ríos Bogotá y Frío, fue el entorno del cerro de Tíquiza (Alcaldía de Chía, 2020b); cuya población extensa pero diseminada tendía a ubicarse en casas dispersas alrededor de los caminos en las laderas, sin seguir ningún patrón distinguible (López, 2014; Castro y Zambrano, 2019 citando a Velandia, 1972).

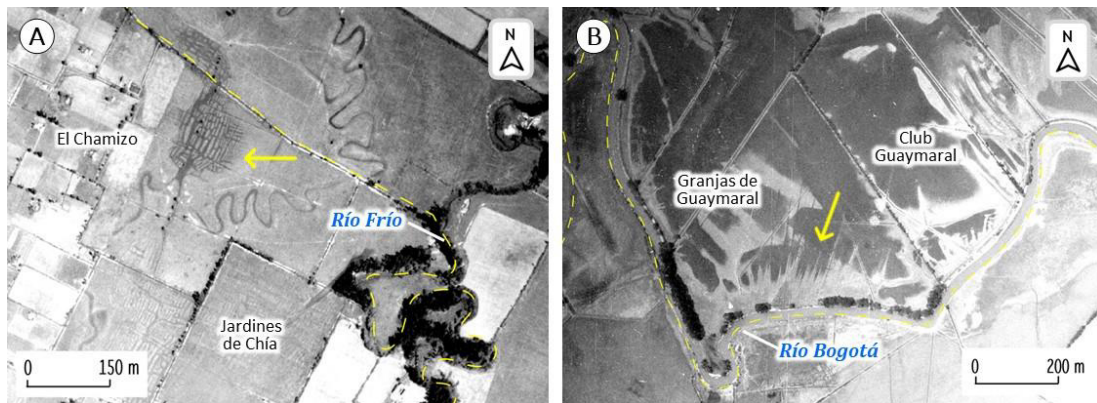


Figura 20. Camellones muisca del periodo prehispánico

A: Vestigios de camellones tipo ajedrezado. Se observan que fueron construidos sobre los planos de desborde, donde se evidencian asimismo paleocauces del río Frío; sectores El Chamizo y Jardines de Chía, vereda Fagua. Fuente: IGAC aerofotografía No. 037, vuelo 45 de 1936.

B: Relictos de camellones con patrón lineal. Se identifica su disposición en las cubetas de decantación al margen del dique y del cauce del río Bogotá; sector Granjas de Guaymaral, vereda La Balsa. Fuente: IGAC aerofotografía No. 082, vuelo 47 de 1939.

5.1.2 La Colonia; siglos XVI, XVII y XVIII

La estructura de poblamiento durante el periodo colonial se basó esencialmente en los núcleos poblacionales y patrones previamente establecidos y jerarquizados por los Muiscas (Boada, 2007; IGAC, 2007a); que a la llegada de los conquistadores españoles no eran ciudades como tal, sino pequeños poblados que fueron aprovechados para agrupar a los indígenas en los denominados Pueblos de Indios (Zambrano y Bernard, 1993). Los conquistadores se emplazaron de acuerdo con las reglamentaciones establecidas por la Corona Española (Domínguez y Galindo, 2017), ubicándose local y estratégicamente entre los ríos Frío y Bogotá, donde actualmente se encuentra el centro histórico y administrativo de Chía (Contreras, 2017; Soler, 2018).

El Altiplano cundiboyacense y sus alrededores mantuvieron sus ejes prehispánicos durante toda la Colonia y comienzos de la República (Zambrano y Bernard, 1993); y a principios de esta transición histórica, los relatos de los cronistas describían el territorio como un sitio muy poblado a la manera aborígen, con casas dispersas (rancheríos), huertas, y población vertebrada sobre pequeños caminos sin ninguna simetría; es decir, bajo un modelo desordenado desde la mirada española (Osorio, 2011 citando a Velandia, 1979). Uno de los principales hechos espaciales durante este periodo fue la utilización y ampliación de las rutas que la población indígena frecuentaba, con el establecimiento de resguardos para los nativos, y una nueva forma de apropiación territorial basada en la constitución de estancias (IGAC, 2007a) (Figura 21).

“la repartición de suelo se originó a partir de las tierras que dejaban libres los indígenas, para la rotación de cultivos; estas áreas que eran tomadas por los europeos y adjudicadas en su mayoría a los encomenderos, dieron origen a las estancias, que ya en el siglo XIX se llamaban haciendas... Estaban constituidas por varios cientos de hectáreas. Para finales de la época colonial entre el 60% y el 70% del territorio de la Sabana estaba conformado por haciendas que contaban con las tierras más planas y fértiles.” (Díaz, 2013, p. 108).

En la Colonia la ocupación humana se reduce notoriamente y refleja la crisis indígena; en el altiplano se abandona el sistema agrícola preestablecido por los muiscas, y poco después de la conquista las zonas elevadas en la montaña caen también en desuso (Boada, 2007) (ambientes estructural y periglaciario). A finales del siglo XVI se adjudica el Resguardo de Chía (1593) (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000); los encomenderos dominan tanto los territorios indígenas como las zonas “baldías” e instituyen las actividades ganaderas y de cultivos que durante los siglos XVII y XVIII proveen alimentos a la capital del Nuevo Reino de Granada (Castro y Zambrano, 2019). En esta época se consolida el modelo territorial de la encomienda y la hacienda (Naranjo y Sepúlveda, 2016).

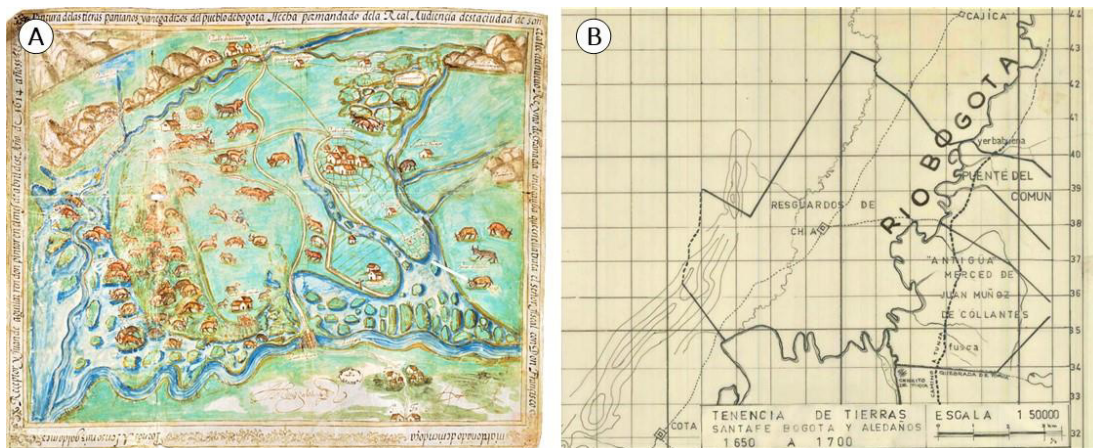


Figura 21. Modelo de ocupación humana en el periodo colonial

A: Sabana de Bogotá. Corresponde a la zona sur del altiplano, y aunque este mapa no cubre parte del territorio de Chía, si describe y muestra la importante dinámica fluvio-lacustre inundable propia del Valle del río Bogotá y sus afluentes; así como el modelo de ocupación humana basado en las grandes extensiones de las estancias (después llamadas haciendas), con actividades ganaderas y la agrupación de la población indígena en resguardos. Fuente: mapa-pintura de las tierras pantanos y anegadizos del pueblo de Bogotá, Real Audiencia, Juan de Aguilar Rendón, 1614; <https://paisajescoloniales.com/>

B: Tierras en Chía. Se observa la delimitación de los territorios en Chía, con el resguardo cubriendo la montaña occidental y parte del altiplano (cabecera municipal); al oriente se destaca el camino a Tunja bordeando el río, y el control espacial de las haciendas Yerbabuena, El Puente y Fusca. Fuente: recorte del mapa Tenencia de Tierras Santafé de Bogotá y Aledaños 1650 a 1700, Centro de Investigación y Educación Popular CINEP - Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología FPIT. Banco de la República, 1979; <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/717>

La expropiación territorial y el reparto de tierras fue un proceso de larga data (Delgado, 2010); la conformación del latifundio español como la existencia de los resguardos le dieron un carácter relativamente diverso al paisaje sabanero (IGAC, 2007a); y el patrón de ocupación hispánico respondió a las dinámicas de construcción de ciudad, que da inicio al proceso de fragmentación ecosistémica y posterior urbanización (Díaz, 2013). La delimitación de resguardos permitió la concentración de gente en lo que sería una aproximación al concepto de pueblo, y en asocio a este modelo se hizo necesario fundar en el actual territorio de Chía una población según el ordenamiento urbano castellano (Gómez, 2005 citada por Castro y Zambrano, 2019).

La ciudad de Chía se construyó así alrededor del estándar único impuesto durante la colonización, que se caracterizó por su forma reticular o trazado en damero, partiendo de una plaza central articuladora de los poderes (político y religioso), con calles trazadas en línea y ángulo recto, y una trama urbana en manzanas (cuadras) rectangulares generalmente iguales (Domínguez y Galindo, 2017; Brewer-Carías, 2007 citado por Bello, 2018). Para este momento, aunque no se conoce una fecha exacta de fundación, si se referencia el año de 1720 como la constitución de la Parroquia de Santa

Lucía de Chía (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000; IGAC, 2020); en esta etapa de la historia, específicamente en el año 1754, se expropiaron igualmente los terrenos subexplotados o invadidos que deriva después en el minifundismo indígena (Castro y Zambrano, 2019), y para 1756 se da el reconocimiento institucional, político y religioso definitivo de este poblado (Osorio, 2011; López, 2014).

Las intervenciones sobre el medio natural en la Colonia se centraron esencialmente en la deforestación, la cual fue propiciada por los españoles ante el requerimiento de material y combustible, como también por la necesidad de áreas para el pastaje del ganado en las haciendas (López, 2014). Las perturbaciones antropogénicas son pocas, sin embargo se incrementan en el altiplano básicamente por la ampliación y construcción de caminos, por la constitución del centro urbano que en su entorno implicó igualmente la eliminación de vegetación natural, y por el desarrollo de obras importantes como el Puente del Común sobre el río Bogotá hacia finales de este periodo (1792), un hito que refleja la mejora en la infraestructura de comunicación y el aumento de los lazos comerciales regionales (Castro y Zambrano, 2019). En general, la mayor parte del territorio en especial los ambientes geomorfológicos de la montaña, aún se encuentran en estado pre-perturbación antrópica.

5.1.3 La República en el siglo XIX

Las diferentes comunidades en el territorio, a principios de este periodo, se dedicaban mayoritariamente a la agricultura colectiva en las áreas del resguardo o en pequeñas parcelas, estancias y heredades (Delgado, 2010). La acción humana como factor de intervención, se había concentrado durante la Colonia a la reproducción de un agroecosistema bastante particular y distintivo para la Sabana de Bogotá.

En 1820 se gesta la devolución de las tierras del resguardo (Castro y Zambrano, 2019); y este suceso implicó el otorgamiento de pequeños terrenos a indígenas y mestizos, lo cual derivó en la enajenación de estas tierras a hacendados, con la respectiva especulación y concentración de la propiedad (Delgado, 2010). Estos hechos representaron además la nueva demarcación del resguardo (Correa, 2001 citado por Castro y Zambrano, 2019), con su reducción progresiva hacia el sector del cerro de Fonquetá (López, 2014 citando a Matiz, 1945).

Durante las siguientes décadas se consolidan los usos ganaderos en el espacio parroquial, fundamentalmente sobre los modelados del altiplano (terrazas). El modelo territorial de la hacienda se expande, organiza y abastece el mercado local de pequeña escala; se beneficia por las reformas liberales dadas después de la Independencia; y las diferentes prácticas espaciales reestructuran los ecosistemas hacia fines más pastoriles,

sin desconocer el énfasis en los cultivos de hortalizas, que excluyen en general a la gran mayoría de la población en cuanto al acceso a la tierra (Delgado, 2010).

Las élites poseen la mayor extensión de la tierra rural periurbana, la cual apreciaban como ideal residencial por lo campestre del paisaje sabanero (Arévalo, 2019). Las haciendas en la Sabana se constituyen en grandes áreas de producción agrícola y especialmente ganadera, donde sus propietarios fueron adquiriendo mayor poder económico (Díaz, 2013); y la población minifundista principalmente mestiza, se empezó a distribuir y localizar hacia los flancos montañosos (IGAC, 2007a).

“... se evidencia un patrón en el cual las áreas bajas de las haciendas, de topografía plana, cercanas a los ríos y con suelos especialmente fértiles, eran dedicadas en su mayoría a potreros para la pastura de ganado. Diversos factores pueden explicar dicha tendencia. Los suelos de estas áreas resultan ser eficaces para producir pastos para cría y ceba de vacunos, al tiempo que esta actividad no se vería tan afectada, como los cultivos de trigo, cebada, maíz o papa, en caso de una inundación, fenómeno recurrente en estas áreas de escasa pendiente y que forman parte de la zona de amortiguamiento del sistema hídrico del altiplano.” (Delgado, 2010, p. 118).

Desde comienzos de siglo los humedales en el sector central de Chía empezaron a ser secados premeditadamente (Naranjo y Sepúlveda, 2016), y durante el transcurso de este periodo se introdujeron especies arbóreas como el eucalipto y el pino que contribuyeron a acelerar el desecamiento del paisaje de la Sabana (Díaz, 2013). A mediados de este periodo se erige la Iglesia de Santa Lucía (Castro y Zambrano, 2019), se intensifican los procesos de deforestación y se incrementan las áreas desprovistas de vegetación natural (Figura 22). Se construyen zanjas que sirven de linderos en las haciendas, son comunes los potreros y senderos vecinales, los grandes árboles son escasos (López, 2014); y en buena parte de la Sabana inundable era técnicamente imposible cultivar debido a la presencia casi permanente de las aguas (Mora, 2019).

Hacia finales de siglo se construyen el cementerio (1870), el sistema de servicio de agua en la plaza central (1891), y se amplía e inaugura la vía Carretera del Norte que bordea los cerros orientales (más conocida como Carrera Séptima) (1891) (Castro y Zambrano, 2019). En estos últimos años se termina también la línea del ferrocarril (1894) que proviene de Bogotá, que en la estación ferroviaria Miguel Antonio Caro se ramifica en el Ferrocarril del Norte en dirección a Zipaquirá (1896) y en el Ferrocarril del Nordeste con destino a Tunja; en este sector llamado El Puente, y posteriormente La Caro, el cruce de caminos y vías propició el desarrollo de un pequeño poblado con diversos servicios (López, 2014). Estas dinámicas representaron consecuentemente la migración y concentración de población, y la transformación del paisaje circundante.

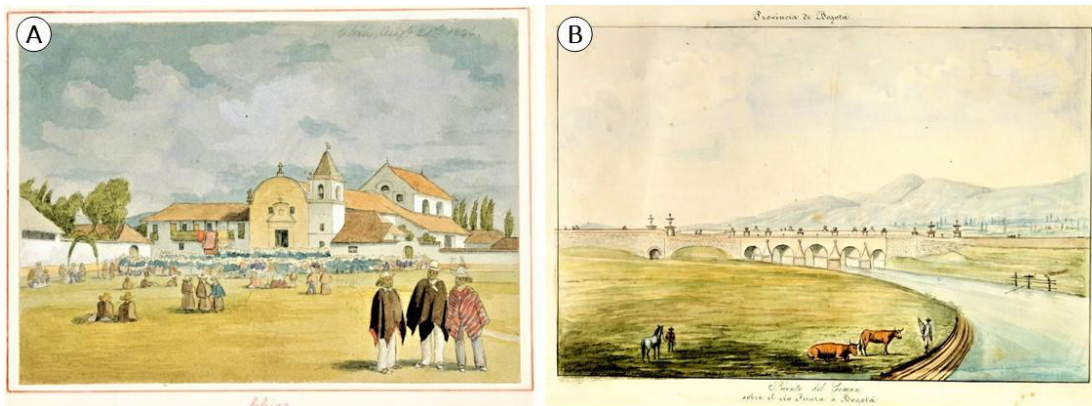


Figura 22. Ejemplos de intervenciones hacia mediados del siglo XIX

A: Parque principal de la Parroquia de Chía. Se observan construcciones ubicadas sobre la terraza fluvio-lacustre central, con viviendas y caminos de herencia colonial. Fuente: Acuarela de Edward Walhouse Mark, 1846; <https://www.banrepcultural.org/coleccion-de-arte/obra/chia-ap0054>

B: Puente del Común. Se identifican grandes extensiones con pastizales dedicados a la ganadería sobre el ambiente fluvial del valle del río Bogotá; desde este punto se observa vegetación natural intervenida hacia la montaña occidental. Fuente: Acuarela de Manuel María Paz, Biblioteca Nacional (Comisión Corográfica), 1850; https://catalogoenlinea.bibliotecanacional.gov.co/client/es_ES/search/asset/3050/0

En la transición al siglo XX y con la tecnología de la época se trató de contener y dominar las aguas de las vegas inundables desde las haciendas, para poder acceder más fácilmente a estos terrenos (Delgado, 2010). Uno de los principales cambios antropogeomorfológicos en la altiplanicie es la adecuación de abundantes canales limítrofes y de irrigación hídrica, muchos asociados a nuevos caminos entre las haciendas; aparecen igualmente las primeras canteras de arenisca en las laderas bajas de la montaña (oriental y occidental), extracciones de arcilla conocidos como chircales en el valle del río Frío (López, 2014), y los espacios urbanos empezaron en general a carecer de zonas verdes (Díaz, 2013).

5.1.4 La República en el siglo XX

El siglo XX inicia con un dominio de las actividades rurales, paisaje “campestre”, las cuales son herencia del modelo de haciendas fortalecido en el siglo XIX. El proceso de mayor importancia en este periodo fue el paso de la población rural a la urbana, ligado al crecimiento demográfico, la dinámica migratoria y el mejoramiento en el transporte y las comunicaciones (IGAC, 2007a) (Figura 23). La ocupación del territorio que hasta entonces fue compacta y nucleada, empieza a cambiar y muestra la aparición de nuevos caminos superpuestos a los antiguos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000).

Hacia 1910 se destaca la instalación de canteras en los sectores Lavaderos, La Valvanera (areniscas) y Puente del Cacique (arcillas), como también la deforestación de las laderas adyacentes (Naranjo y Sepúlveda, 2016); los terrenos rurales en manos

de las elites y la población foránea exhiben nuevos estilos de agricultura, pero aún son comunes los caminos destapados (macadamizados) (Matiz, 1941). En el ámbito rural las haciendas y viviendas campesinas presentan materiales tradicionales tipo adobe, teja de barro, bahareque y cubierta de paja; mientras que en el casco urbano las casas eran espaciosas, con amplios solares y huertas, y las calles construidas con recebo (Castro y Zambrano, 2019). La estructura urbana en el centro poblado contiene viviendas de un solo piso, que siguen los lineamientos tradicionales de la arquitectura colonial y republicana (López, 2014) (Figura 23).

En la década de 1930 se hace la instalación del servicio domiciliario urbano de agua potable (1932) (Castro y Zambrano, 2019); y ya para la década de 1940 se pavimenta la Avenida Pradilla (1941), se realiza la adecuación de la primera red de alcantarillado (1942), se termina el templo parroquial actual (1944) y empieza a funcionar la planta industrial pasteurizadora El Rodeo (1948) (López, 2014). A lo largo de esta década, el municipio define sus límites territoriales, y empieza a experimentar de manera temprana un crecimiento demográfico sostenido evidenciado en el censo de 1938 (Figura 29), con dinámicas de expansión desde el centro, y nuevas manzanas y vías que cambian en sus dimensiones y proporciones (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000) (Figura 25).

Desde mediados del siglo XX el medio natural del municipio se transforma en muchos aspectos, principalmente por el desarrollo urbanístico, la construcción de nuevas redes de servicios públicos, la fundación de entidades de servicio y otras obras de ingeniería como la Autopista Norte (1956) (López, 2014). A nivel regional, aguas arriba del territorio municipal, se terminan de construir los embalses del Neusa (1949), Sisga (1951) y Tominé (1962), los cuales influyen hasta el día de hoy en los regímenes hídricos y de sedimentación del río Bogotá. Por estos años comienza un proceso intenso de suburbanización, donde la estructura vial del municipio fue perdiendo continuidad debido a los desarrollos dispersos y la aparición de conjuntos cerrados (Contreras, 2017); la comunidad rural transita a una localidad urbana, en general con un crecimiento desordenado y descontrolado (Castro y Zambrano, 2019).

“Esta fundación se mantuvo como centro agrícola hasta mediados del siglo XX, cuando creció de manera acelerada la urbanización del municipio, entendida como la habilitación de suelos para la construcción de edificaciones. La autopista norte y la anexión de los municipios que conformaron el Distrito Especial de Bogotá en la década de los años cincuenta acercaron a Chía a las actividades de la Capital, iniciando un proceso de transformación en el municipio, de tal manera que los predios destinados a la producción agrícola se fueron dividiendo para ser ocupados por viviendas, en muchos casos para familias que trabajaban en Bogotá, y para servicios urbanos conexos.” (Contreras, 2017, p. 51-52).

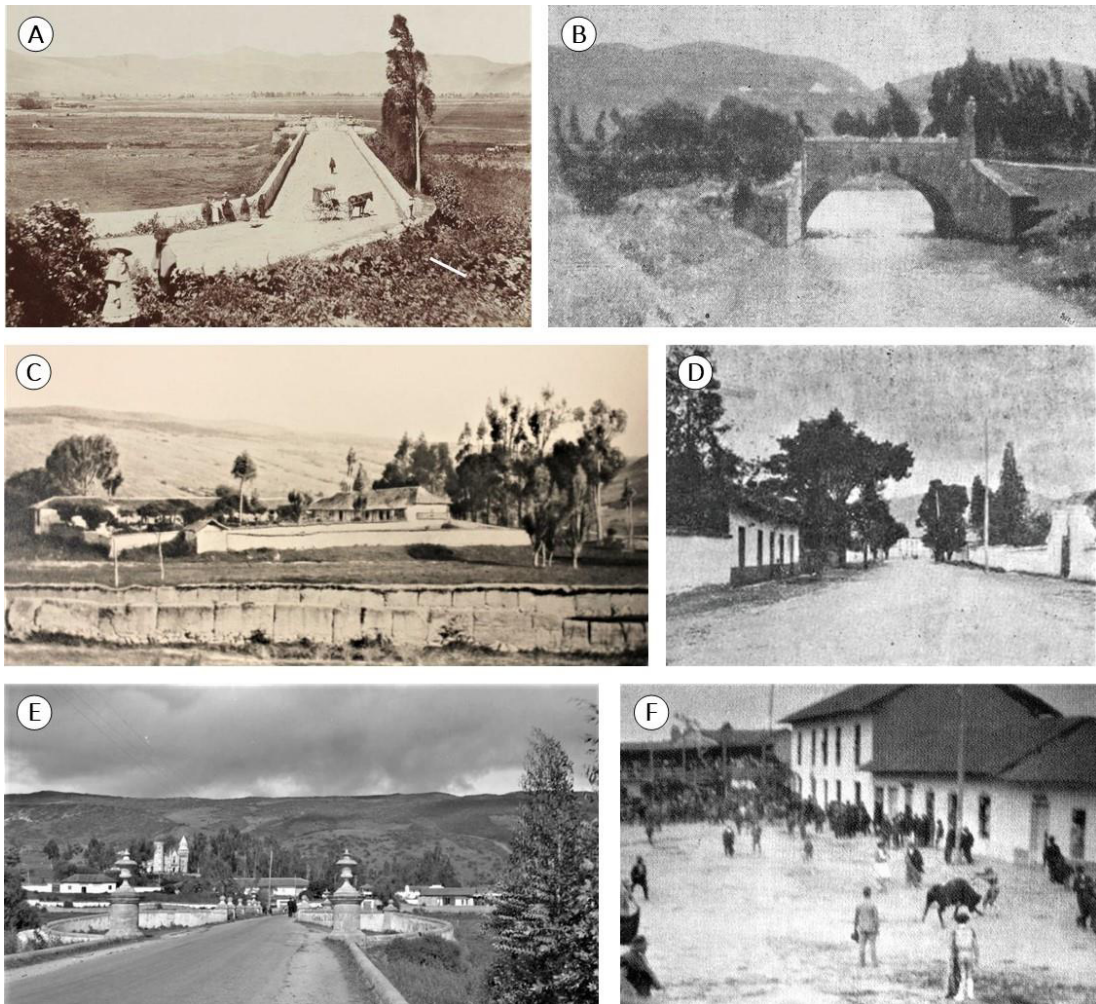


Figura 23. Ejemplos de intervenciones a finales del siglo XIX y principios del XX

A: Puente del Común a finales del siglo XIX. Sobre los ambientes fluvial y fluvio-lacustre del altiplano se observan las grandes extensiones deforestadas, con pastizales dedicados principalmente a las labores de ganadería. Fuente: <https://co.pinterest.com/pin/821695894486201303/>

B: Puente del Cacique, río Frío, principios del siglo XX. Se identifican relictos de vegetación en el ambiente fluvial; al fondo en la montaña occidental se percibe un corte asociado a la vía veredal. Fuente: Museo fotográfico de Chía antigua; <https://www.facebook.com/photo?fbid=10153500798058492&set=oa.741946789175084>

C: Hacienda Yerbabuena cerca de 1920. Sobresalen algunos fragmentos arbóreos y en la montaña oriental se divisan procesos de deforestación importantes que inducen los procesos de erosión. Fuente: Instituto Caro y Cuervo; <https://www.caroycuervo.gov.co/museos/historia-yerbabuena/>

D: El Camellón a finales de la década de 1920 (actual Av. Pradilla). La vía se encuentra destapada y corresponde al perímetro urbano del centro histórico con viviendas de la época. Fuente: Fotos Antiguas de Chía; <https://www.facebook.com/photo?fbid=10208307989323818&set=pcb.166068610402458>

E: Puente del Común en la década de 1930. Al fondo se aprecia las construcciones del pequeño poblado La Caro, un cruce entre caminos, carreteras y el ferrocarril; se observa además los parches por la tala del bosque sobre los relieves montañosos orientales (Yerbabuena-Fusca). Fuente: Gumersindo Cuellar, 1930. Banco de La República; <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll19/id/223/rec/7>

F: Plaza central de Chía, 1935. El terreno y las calles se hallaban aún sin concreto ni pavimento. Fuente: Relicario Histórico de la ciudad de la Luna; <https://docplayer.es/73484681-A-spectos-generales-de-chia.html>

A mediados de la década de 1960 se acuña el término de ciudad dormitorio al poblado de Chía (López, 2014), y muchos habitantes residentes del municipio ya realizaban sus actividades cotidianas en la ciudad de Bogotá (Castro y Zambrano, 2019). En los sectores rurales la actividad agropecuaria se destinó a los mercados tanto locales como regionales (Vargas y Cifuentes, 2006); mientras que el crecimiento urbano empezaba a ser irregular (Osorio, 2011); las viviendas cambiaron sus tipologías y se popularizó el uso de ladrillos, concreto y asbesto en casas de dos plantas; la actividad industrial se centró en la extracción de material en canteras y chircales; y fueron importantes acontecimientos la pavimentación del parque principal (1966), el primer viaducto en La Caro (1966) y el nuevo puente vehicular sobre el río Bogotá (1968) (López, 2014).

Hacia los años 70 aún existen viviendas espaciosas con grandes solares en la zona urbana, grandes haciendas en zona rural y la mayoría de las calles construidas con cascajo y recebo (López, 2014); las actividades y usos industriales se emplazan a lo largo del corredor férreo oriental y aprovecharon la conectividad de la reciente Autopista Norte (Bautista, 2014), especialmente entre las canteras de Fusca y el poblado de La Caro. Las franjas paralelas a la autopista son modificadas sustancialmente por los rellenos al margen del río Bogotá (Boada, 2007), y asociado a la acumulación de escombros se redujeron los espejos de agua, se incrementó la canalización mediante vallados (zanjas) y aumentó la construcción de jarillones (diques) para obtener suelo urbanizable (Díaz, 2013) (Figura 26). En estos años bajo el modelo capitalista tradicional se evidencia el auge industrial; surgen nuevos acueductos veredales; se incrementa la perforación de pozos; la desecación de aljibes con un deterioro creciente de los humedales, y es muy común la siembra masiva de eucaliptos, pinos y acacias (Naranjo y Sepúlveda, 2016).

La floricultura tuvo su despliegue por estos años, inicialmente con empresas de carácter familiar (Gómez y Marroquín, 2011). Los cultivos de flores se ubicaron en las zonas periurbanas ganaderas (Cuellar et al., 1990, citado por Osorio, 2011) y progresaron a la par que disminuían las áreas de las haciendas, se construía la variante Chía-Cota (1987), y crecían los conjuntos residenciales con nuevos tipos de viviendas (López, 2014). Entre los años 70 y 80 las principales vías de acceso regional como la Autopista Norte, la carretera Central del Norte y los trayectos a Cajicá, Cota, Suba, Tabio y Tenjo, fueron los ejes fundamentales para la ubicación de los nuevos barrios municipales (Cuellar et al., 1990, citado por Osorio, 2011). Por este tiempo disminuye considerablemente la producción agropecuaria, se hace la pavimentación de muchas vías veredales, se amplían redes de servicios públicos (acueducto y alcantarillado), y es notoria la fragmentación de la propiedad rural (Castro y Zambrano, 2019) (Figura 24 y Figura 26) con la aparición de nuevos núcleos de cobertura residencial y densificación de áreas previamente edificadas (Cortes y Rubio, 2016).

Desde 1980 las zonas rurales dan paso al uso suburbano con zonas verdes, colegios campestres, campus universitarios, centros para eventos, barrios cerrados, entre otros; la transformación por terciarización responde así a la expansión urbana por contigüidad, alta conectividad, y en general por los procesos de metropolización generados desde Bogotá (Cristancho, 2010; Bello, 2018).

“La metropolización, caracterizada por la desconcentración de actividades de la ciudad núcleo hacia los espacios conurbados, contribuyó a acelerar la suburbanización en las áreas de algunos municipios especialmente en los ubicados al norte de la ciudad (Cajicá, Cota y Chía), donde se originaron múltiples áreas suburbanas en las que prima la vivienda urbana de baja densidad para estratos altos, haciéndose notorias nuevas formas de ocupación del área rural de forma dispersa en chalets, pequeñas fincas de recreo y condominios campestres..., en el caso del municipio de Chía estos tipos de ocupación son característicos especialmente en las veredas Yerbabuena y Fusca.” (Osorio, 2011, p. 75).

En los ochenta la tecnología mejora la producción agrícola en beneficio de los cultivos de flores (Vargas y Cifuentes, 2006); y la mecanización agraria fomenta la migración de población a las zonas urbanas (Díaz, 2013). La instalación de invernaderos para floricultura fue más recurrente (Osorio, 2011) y sobresalen adicionalmente la industria manufacturera, los centros educativos y los lugares de esparcimiento y recreación (Bautista, 2014); como también la siembra de pinos y eucaliptos en los cerros, la pavimentación (petrolización) de las vías veredales, la construcción de viviendas en la ronda del río Frío y el relleno de muchos canales hídricos veredales (López, 2014).

Hacia finales del siglo XX, las áreas rurales del municipio se transforman aceleradamente en áreas suburbanas (Contreras, 2017); este proceso y el mercado inmobiliario se convierten en la norma urbanística (Osorio, 2011). Se define así la vocación residencial que fluye a partir del núcleo central y los centros poblados veredales, mediante la conformación de barrios y condominios perimetrales (Contreras, 2017). En el centro histórico urbano se concentra el comercio y la prestación de servicios múltiples (Gómez y Marroquín, 2011); es más significativa la actividad turística (López, 2014); y las viviendas e instalaciones se acercan más a los ríos Frío y Bogotá (Bautista, 2014) (Figura 27). En las zonas rurales prevalecen los procesos de fragmentación de los predios y se generaliza el minifundio (Osorio, 2011); estos espacios por su posición estratégica y accesibilidad vial son el destino privilegiado por los adeptos del retorno al campo (Isaza, 2008; Bello, 2018), quienes buscan un tipo de vida campestre (Gil, 2016), con mejor calidad de vida (Vargas y Cifuentes, 2006) y considerados como lugares de paz (Montañez, 1992 citado por Ávila, 2017).

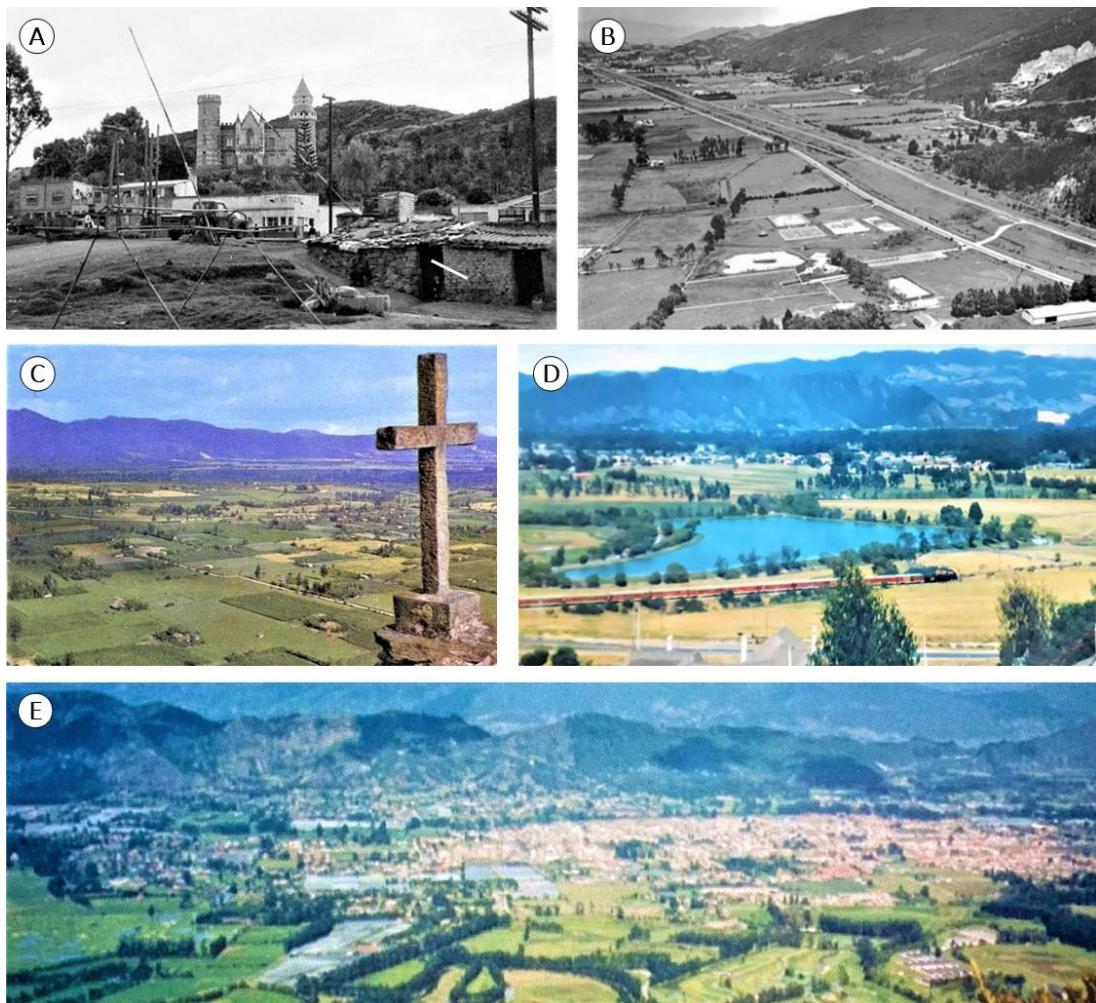


Figura 24. Ejemplos de intervenciones a mediados y finales del XX

A: Sector La Caro - Castillo Marroquín, hacia el año 1950. Sobre los ambientes coluvio-aluvial y fluvio-lacustre, se fue consolidando desde el siglo XIX un pequeño poblado con viviendas de uno y dos pisos y actividades asociadas al transporte en tren y por carretera. Fuente: Fotos Antiguas de Chía; <https://www.facebook.com/photo?fbid=10158283072425285&set=gm.427652190910764>

B: Panorámica del extremo suroriental de Chía, años 60. Sobresale la ampliación de la Autopista Norte desde el sector Torca hasta La Caro (al fondo), se identifican aún pastizales sobre el altiplano, con la instalación primaria de equipamiento para actividades de esparcimiento e industria, se destaca también la actividad extractiva de las canteras en la montaña. Fuente: <https://co.pinterest.com/pin/653373858423596992/>

C: Panorámica de la zona suroccidental de Chía, década de 1970. Las zonas rurales sobre la terraza fluvio-lacustre aún presentan amplias áreas con cultivos y pastizales, sin embargo, ya se divisa la fragmentación predial del territorio. Fuente: Museo fotográfico de Chía antigua; <https://www.facebook.com/photo?fbid=10153500844063492&set=oa.741946789175084>

D: Lago artificial, años 80. En primer plano se identifica la autopista, el paso del Tren de la Sabana y un cuerpo de agua; al fondo se observa la expansión urbana entre pastizales y relictos del bosque. Fuente: Fotos Antiguas de Chía; <https://www.facebook.com/photo?fbid=10218596340242175&set=gm.882060085469970>

E: Panorámica del municipio a finales del siglo XX. El crecimiento urbano se concentra en la terraza central; los invernaderos y equipamientos de esparcimiento se localizan en el ambiente fluvial bordeando el río Bogotá; se hace más evidente la deforestación en la montaña occidental. Fuente: Sánchez, (2014).

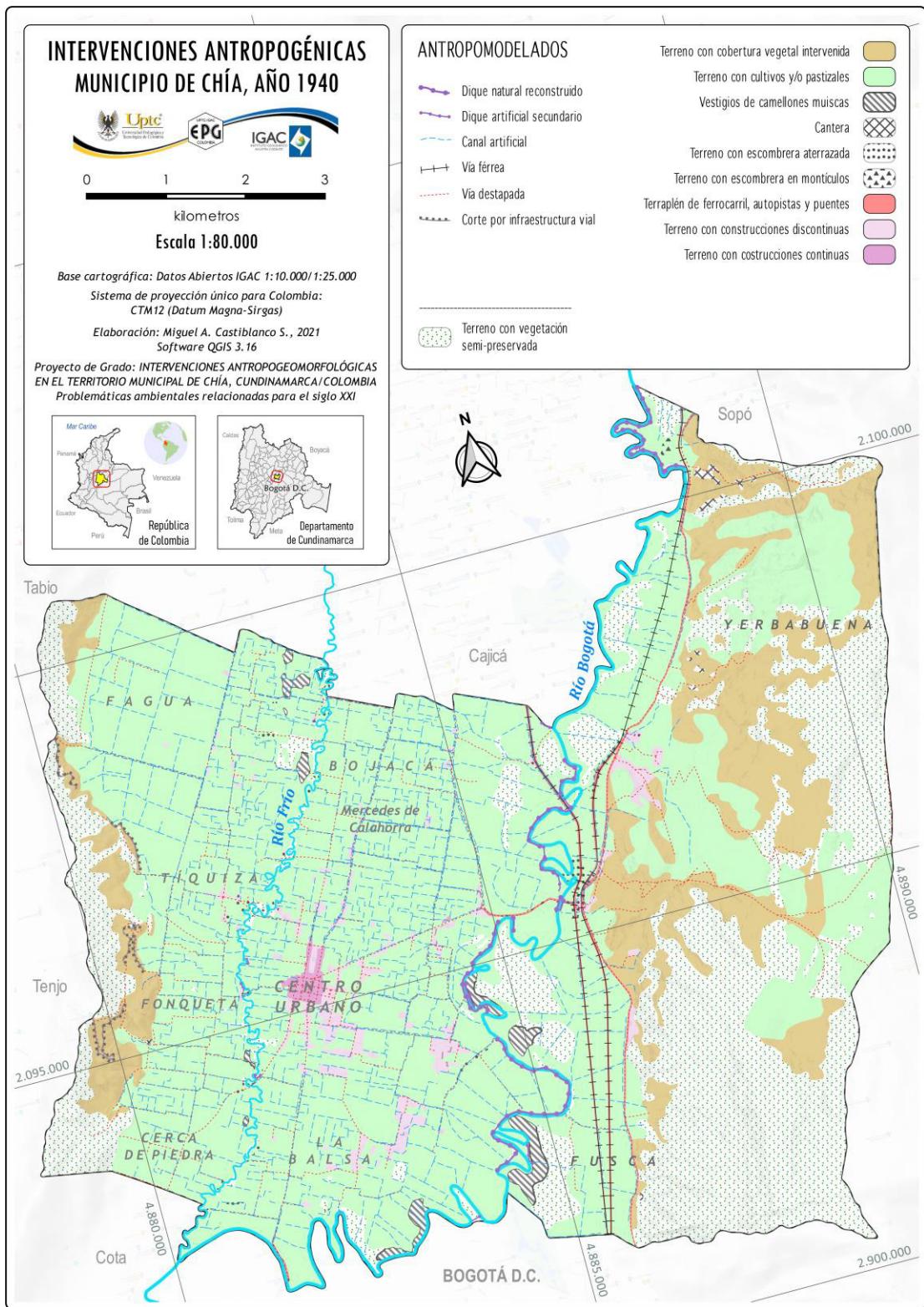


Figura 25. Mapa antropogeomorfológico año 1940
 Fuente: elaboración propia.

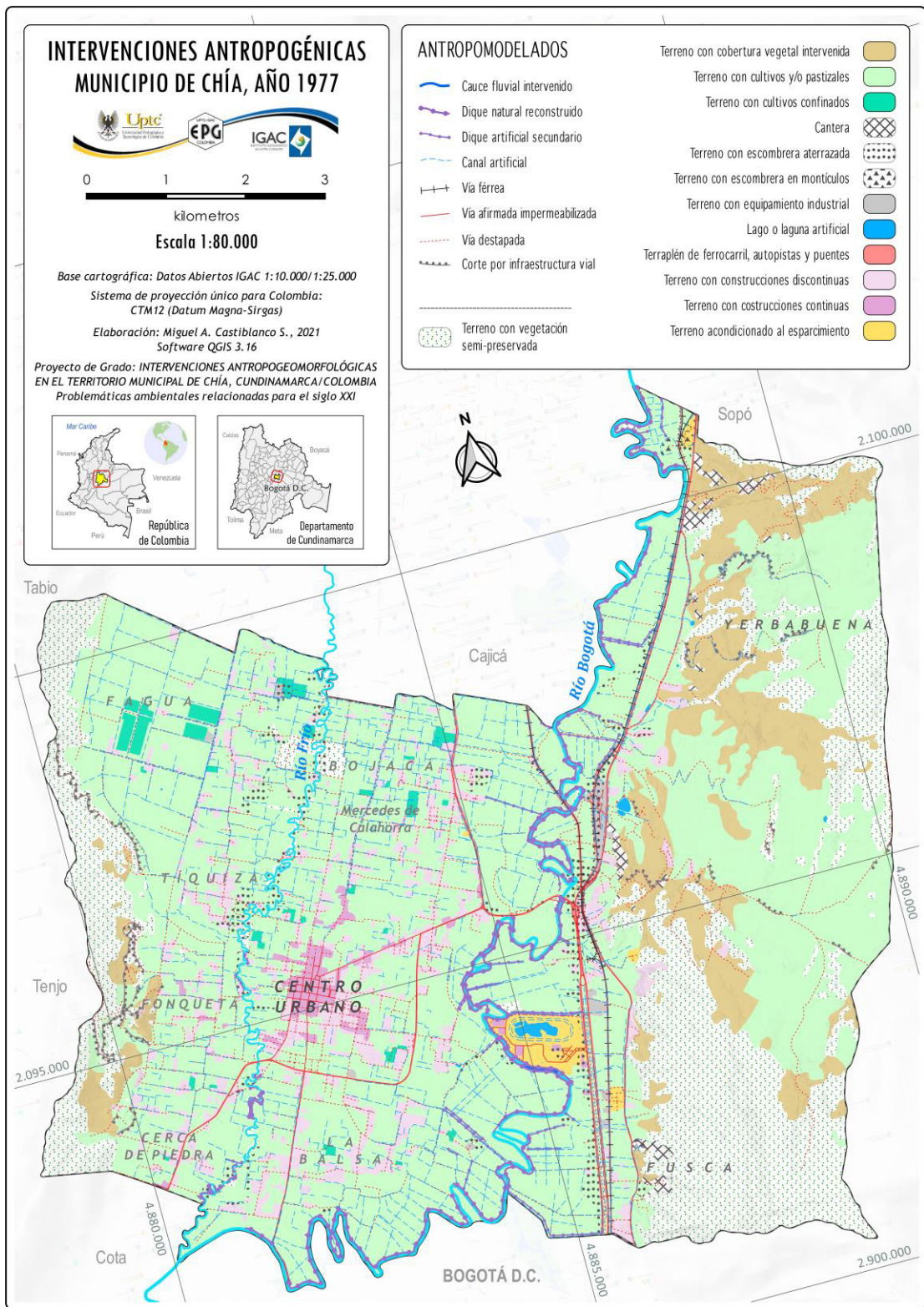


Figura 26. Mapa antropogeomorfológico año 1977
 Fuente: elaboración propia.

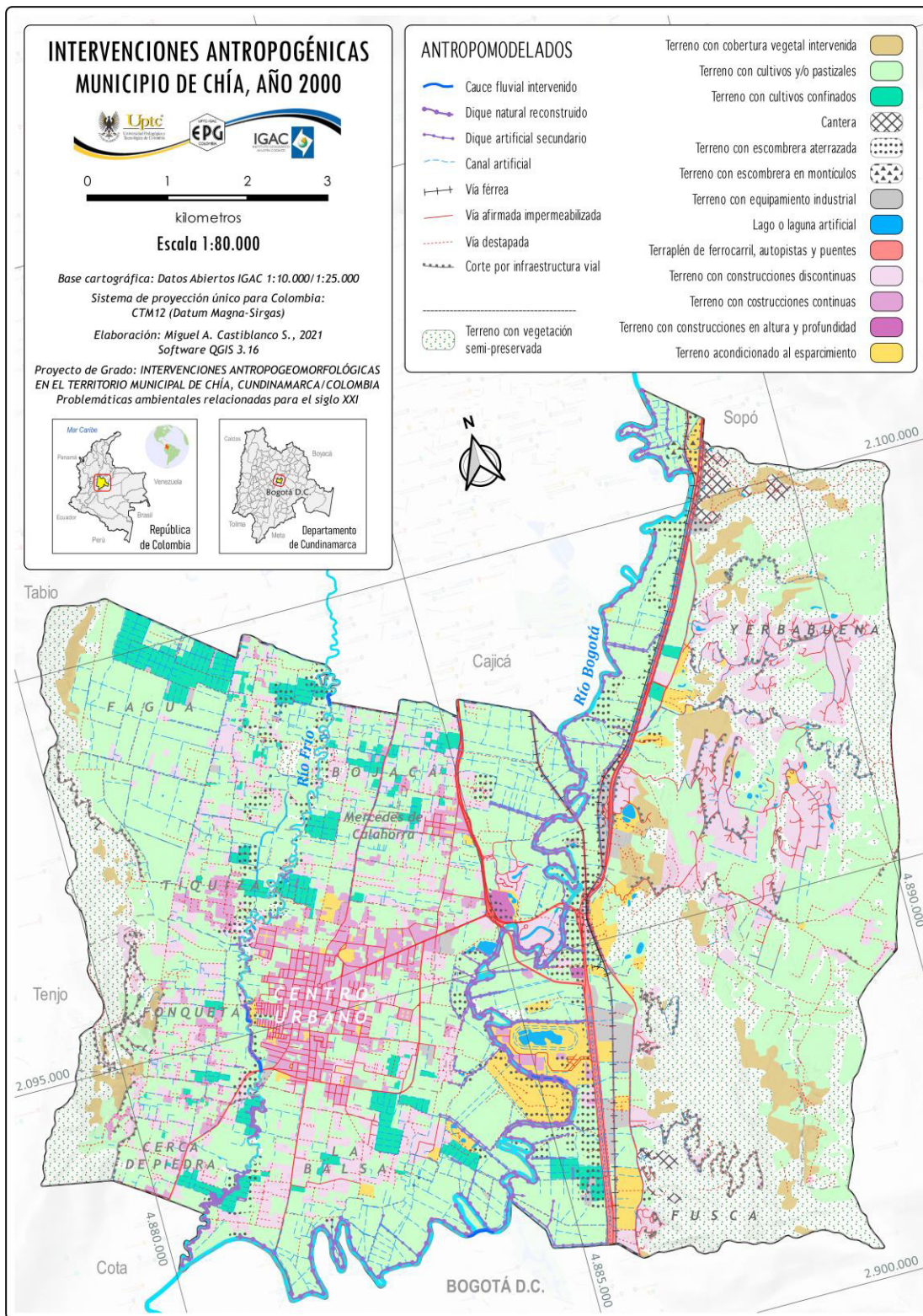


Figura 27. Mapa antropogeomorfológico año 2000

Fuente: elaboración propia.

Las intervenciones en esta última etapa del siglo XX se centran en la construcción de complejos viales y de equipamientos, algunos ejemplos son el sector comercial de Centro Chía (1989), la Avenida La Constitución (1991), la laguna de oxidación (1991), los puentes Guanatá y Guaymaral (1991) y la terminal de transporte (1994) (López, 2014). La migración y crecimiento industrial se da sobre el eje Chía-Sopó y al suroccidente hacia la población de Cota (Ávila, 2017); mientras que la urbanización del sector central se desarrolla en dirección norte en la vereda Bojacá, y hacia el sur en la vereda La Balsa (Alcaldía de Chía, 2020b) (Figura 27). Al oriente del municipio empiezan a emerger los grandes condominios de viviendas de altos estratos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000), con la respectiva deforestación, secamiento y degradación de las quebradas que descienden de los cerros (López, 2014). En el ambiente fluvial del altiplano sobresalen los recortes de meandros del río Bogotá en el sector del Hipódromo de Los Andes y en el sector de Sidonia al borde del río Frío.

5.1.5 La República en el siglo XXI

Para el territorio municipal, el nuevo milenio comienza con varias particularidades: disminuye marcadamente el sector agropecuario con la desaparición paulatina de la población campesina (Castro y Zambrano, 2019); se incrementa la participación del sector construcción debido al aumento de la población (Vargas y Cifuentes, 2006); aumenta la fragmentación en los predios de las áreas rurales (Osorio, 2011); el sistema vial nacional y departamental se extiende, pero la malla vial local presenta deficiencias (Isaza, 2008); y la urbanización empieza a extenderse hacia los cerros, especialmente al oriente con construcciones en los terrenos más elevados (Alcaldía de Chía, 2020b). En palabras de Boada (2007), se hace más evidente la rivalidad entre los procesos de industrialización, urbanización y las estrategias de conservación ecológica.

Chía en conjunto es un polo de atracción, lo que determina el aumento de la vivienda campestre y los conjuntos cerrados (Mendoza 2009 citado por Angarita, 2015); la progresión urbana relacionada al incremento poblacional (Figura 29) se refleja en su consolidación como ciudad dormitorio o ciudad satélite (Angarita, 2015). Hacia el año 2010 proliferan los complejos residenciales cerrados y fragmentos suburbanos, como también los invernaderos, equipamientos aislados y las piezas agroindustriales y comerciales (Bautista, 2014). La morfología urbana en general es heterogénea; la zona occidental exhibe una estructura urbana lineal en la margen occidental del río Frío; la zona central corresponde a una estructura compacta y continua que evoluciona alrededor del casco fundacional; mientras que en los bordes del río Bogotá como también en la montaña oriental, la morfología suburbana refiere a conjuntos cerrados, dispersos e irregulares (Contreras, 2017).

Son claros los racimos viales, urbanos y suburbanos que desde el centro de Chía se expanden (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000). Para planificar el crecimiento del municipio e impulsarlo de manera sostenible se elabora el POT (Gil, 2016) que con sus modificaciones impulsa la vocación habitacional y residencial (Duarte, 2017); los ajustes de este plan le otorgan primacía a la vivienda campestre y al mercado inmobiliario y constructor, situación que fomentó la densificación y gentrificación con dificultades para la preservación de las zonas ecológicas frágiles (Ávila, 2017).

Chía ha evolucionado como un municipio con rápidos procesos de urbanización iniciados a partir de los últimos 30 años... con un proceso de ocupación territorial que ha respondido no solo a dicho proceso de poblamiento, sino a las dinámicas propias del espacio geográfico, su relación de cercanía con Bogotá y sus vecinos, las reglas establecidas para el ordenamiento del territorio; así como a las lógicas de inserción del mercado inmobiliario... (Contreras, 2017, p. 339).

En las últimas dos décadas hay un cambio sustancial en el paisaje, las coberturas vegetales son altamente intervenidas en los cerros, pero con repoblaciones forestales asociadas a las áreas declaradas como zonas de protección (Cortes y Rubio, 2016). Los cambios en el uso del suelo conforman un continuo espacial y funcional que da origen a los procesos de conurbación, con alta demanda de suelo urbanizable y una extraordinaria valorización; los invernaderos se localizan en su mayoría muy cerca de las principales fuentes hídricas y las áreas boscosas en buena parte responden a prácticas extractivas comerciales (Cristancho, 2010).

La flexibilidad en la normatividad, reestructuración del sistema capitalista, tecnificación de cultivos y la crisis de la producción agropecuaria, fundamentaron el afianzamiento de la vivienda suburbana campestre de baja densidad para estratos altos; y la consolidación de las actividades industriales, de servicios educativos, recreativos y de esparcimiento en inmediación a los principales corredores viales (Cristancho, 2010). Sometido al modernismo y al modelo capitalista neoliberal, el territorio municipal se fue caracterizando por el acaparamiento de terrenos por las urbanizadoras, la distorsión en los precios de la tierra y la especulación inmobiliaria (Soler, 2018).

Las grandes transformaciones en el contexto geomorfológico se centraron en ese orden de ideas en la expansión de las construcciones urbanas, de transporte, industriales, agroindustriales y de esparcimiento (Figura 28). Sobresale la ampliación de las grandes autopistas que cruzan el territorio, el incremento de los terrenos con escombreras (rellenos), el repunte de las actividades mineras con aumento en las áreas de canteras, la sustitución en la tipología de las viviendas siendo más frecuentes las edificaciones en altura y profundidad (con grandes excavaciones), y los ajustes hidráulicos realizados por la autoridad ambiental para mitigar los efectos de las crecientes en los ríos Bogotá y Frío.

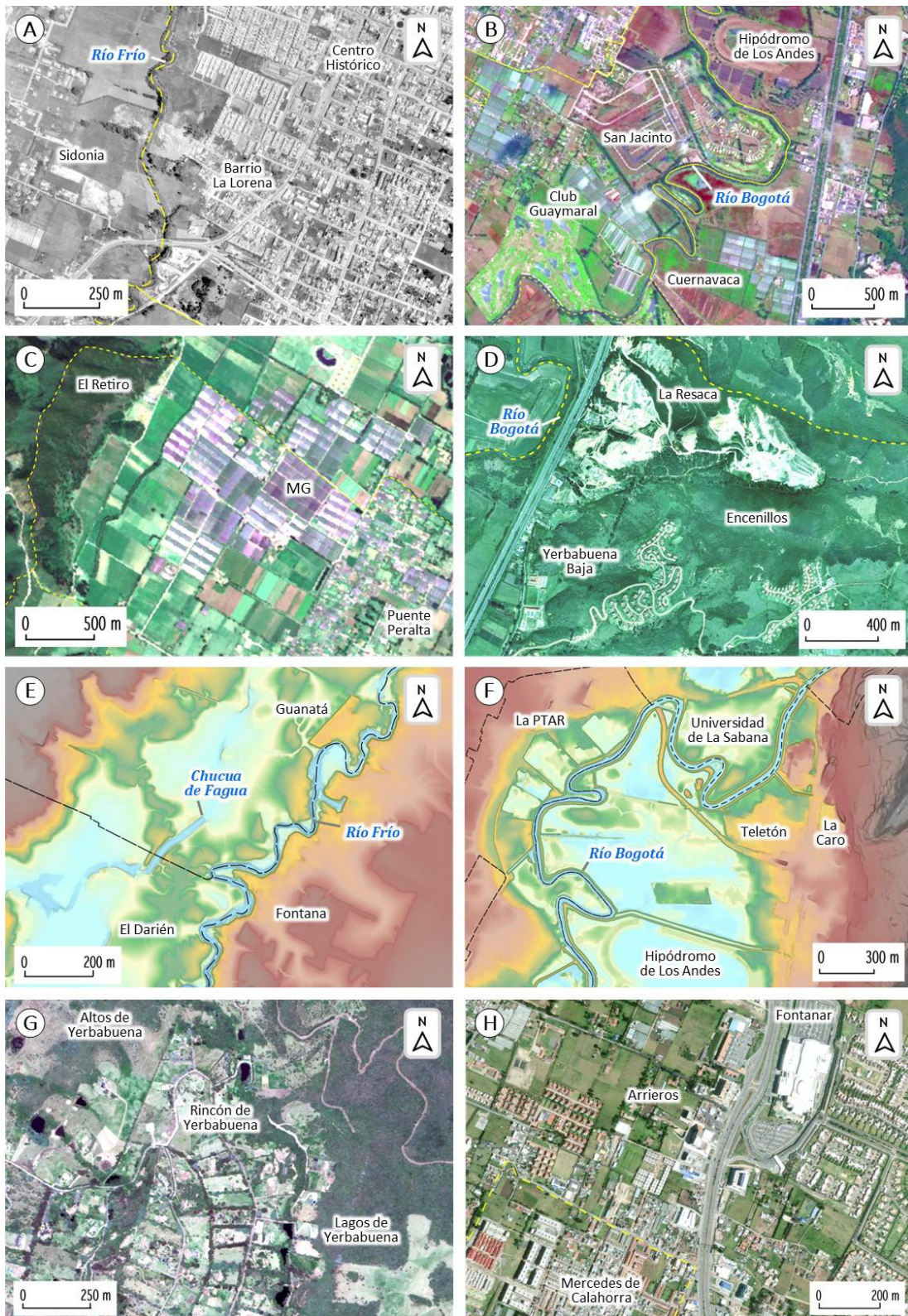


Figura 28. Principales objetos y acciones antropogeomorfológicas para el siglo XXI

Figura 28. (Continuación);

*Para la localización de los ejemplos ver el APÉNDICE D

A: Centro urbano central en crecimiento y densificación sobre la margen oriental del río Frío. Se observa la dinámica activa de escombreras (reellenos) sobre el ambiente fluvial entre los sectores de Sidonia y el Barrio La Lorena. Fuente: IGAC aerofotografía No. 105, vuelo C-2664, octubre de 1999.

B: Terrenos de esparcimiento en el sector Club Guaymaral, desarrollo de condominios en el sector San Jacinto y ubicación de invernaderos (floricultura) en el sector de Cuernavaca, los cuales se emplazan sobre el ambiente fluvial del río Bogotá. Al oriente la Autopista Norte y espacios industriales dispuestos sobre la terraza fluvio-lacustre. Fuente: Imagen SPOT, RGB (213), 2007.

C: Vegetación semi-preservada presente en los reveses estructurales del sector El Retiro. Se observan invernaderos de floricultura propios del sector MG y construcciones discontinuas (pequeños predios) en el sector Puente Peralta, ambos sobre la terraza fluvio-lacustre. Fuente: Imagen RapidEye, RGB (342), 2009.

D: Autopista Norte en la transición altiplano - montaña oriental. Se distingue igualmente las canteras del sector La Resaca y el avance de condominios en los sectores Yerbabuena Baja y Encenillos, ubicados sobre los reveses del ambiente estructural. Fuente: IGAC ortofotografía, hoja No. 228/I/A/4 de 2010.

E: Intervenciones en el ambiente fluvial del río Frío; se destacan los reellenos con escombros aterrizados en los sectores de Guanatá y El Darién, los cuales han alterado las condiciones naturales del paleocauce denominado como Chucua de Fagua. Fuente: IGAC MDT, 2014.

F: Intervenciones en el ambiente fluvial del río Bogotá; se identifican reellenos en los sectores La Caro y Teletón, terraplenes viales alrededor de la U. de La Sabana, diques artificiales en el Hipódromo de Los Andes, y obras propias de la planta de tratamiento La PTAR (Lagunas de oxidación). Fuente: IGAC MDT, 2014.

G: Dinámicas de deforestación en los sectores Altos, Rincón y Lagos de Yerbabuena; las cuales dan paso a construcciones discontinuas e irregulares (vivienda campestre), vías secundarias y pequeños lagos artificiales en los condominios. Fuente: Imagen del portal Google Earth, 2020.

H: Autopista La Caro-Zipacquirá y diferentes tipos de vivienda donde se reconocen las edificaciones en altura y profundidad (con grandes excavaciones) para los sectores de Mercedes de Calahorra, Arrieros y Fontanar. Fuente: Imagen del portal Bing Maps, 2020.

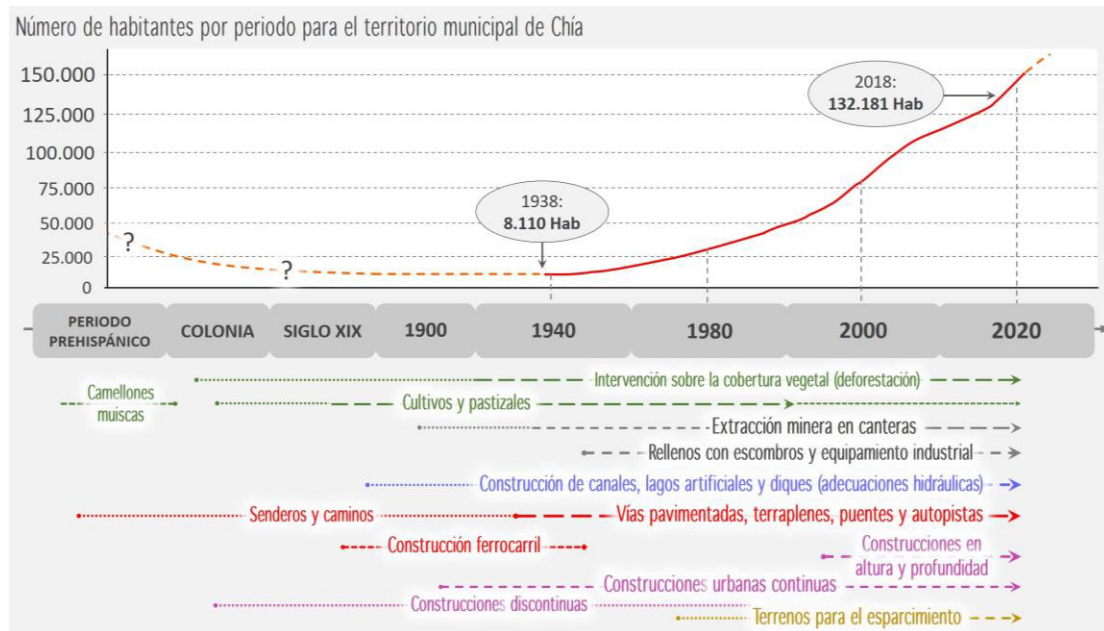


Figura 29. Crecimiento poblacional y hechos antropogénicos más representativos

Fuente: basado en los datos de López (2014) y DANE (2020).

5.2 Sistemas morfogénicos antrópicos en el presente

De acuerdo con Tarolli et al. (2019), las formas terrestres antrópicas se incrementan de manera equivalente con el tipo de sociedad que las producen. Como se pudo demostrar en el apartado anterior, los sistemas antropogénicos en Chía aumentaron tanto en escala como en complejidad con el paso del tiempo; y la gestación de nuevos modelados antrópicos, así como su crecimiento y consolidación, obedeció a las diversas formas e intencionalidades de construcción territorial dadas en función de los diferentes modelos de ocupación y poblamiento. Para el año 2020 la caracterización antropogeomorfológica del municipio presenta 21 tipos de intervención, los cuales cartográficamente se han representado mediante rasgos de áreas y líneas a escala 1.50.000 (APÉNDICE D). Las diferentes categorías se encuentran agrupadas a su vez en cinco grandes grupos de modelados, y representan una o varias acciones particulares de intervención sobre el territorio; la descripción de estos resultados se expone y detalla a continuación:

5.2.1 Modelados agrogénicos

Considera las morfologías resultantes de las acciones humanas destinadas a la producción primaria (alimentos, madera, flores), y cuyas principales intervenciones son la eliminación de la cobertura vegetal y la alteración local del suelo por labores de labranza, siembra y crianza de animales. Las acciones agrogénicas son las más antiguas y persistentes en la historia municipal, e incluyen terrenos intervenidos por la deforestación, terrenos con cultivos y pasturas, como también terrenos con cultivos confinados (invernaderos) (Tabla 11). Los modelados agrogénicos en el municipio muestran grandes extensiones que alcanzan las 3.189 Ha, y representan cerca del 35 % del territorio; algunos ejemplos de estas intervenciones se esquematizan en la Figura 30.

Tabla 11. Modelados agrogénicos

Terreno con vegetación intervenida
Corresponde a amplias superficies, en las cuales la principal acción antrópica es la eliminación parcial y fragmentada de la cobertura vegetal. En estos terrenos la intervención humana se limita a alterar la cubierta vegetal (tala y esporádicamente incendios), ocasionalmente con procesos de reforestación. Aunque no existe modificación directa sobre las geoformas naturales, indirectamente es la primera intervención que induce la aceleración de los procesos de erosión y/o remoción en masa.
Referencia geográfica: estos terrenos se localizan principalmente en la montaña oriental vereda Yerbabuena y en la zona más elevada de la Vereda Fusca. También en la montaña occidental que corresponde al Resguardo Indígena y en los sectores montañosos de La Valvanera y Los Tanques, en la vereda Fonquetá.
Terreno con cultivos y/o pastizales
Refiere a áreas destinadas a la producción agrícola y praderización para ganadería, se asocia a acciones particulares de arado, riego, empleo de animales y uso de maquinaria. Las acciones antrópicas más evidentes son la deforestación y el cambio marcado en la cobertura vegetal.

Tabla 11. (Continuación)

Aunque no interviene directamente en la modificación de geoformas naturales, si tiene efectos en la concentración de la escorrentía superficial y el aumento de la erosión hídrica del suelo, especialmente en las zonas con mayor pendiente. La cría de animales, el pastoreo y la sustitución de pastizales en estos terrenos implica asimismo la compactación del suelo, con disminución de la permeabilidad, acumulación de material orgánico y otros impactos que comprometen la integridad del suelo.

Referencia geográfica: se ubican al noroccidente sobre el altiplano, con grandes extensiones en las veredas Fagua y Tíquiza; y con áreas menos extensas al occidente en las veredas Fonquetá y Cerca de Piedra, al norte en la vereda Bojacá y al sur en la vereda La Balsa. Sobre el ambiente fluvial al margen del río Bogotá, también se identifican amplias áreas con cultivos y pastizales en las veredas La Balsa, Yerbabuena y Fusca. En las zonas elevadas de la montaña oriental estos modelados se concentran en los sectores Encenillos, Lagos de Yerbabuena, San Jorge, El Caguán y Pan de Azúcar de la vereda Yerbabuena.

Terreno con cultivos confinados

Corresponde a las áreas con estructuras o construcciones artificiales que contienen internamente los cultivos de flores; en esta categoría se incluyen algunos galpones para cría de aves. Los cultivos confinados o mejor conocidos como invernaderos implican el cubrimiento y aplanamiento del terreno, lo que representa el incremento de los procesos de compactación e impermeabilización del suelo. Las grandes y extensas construcciones inciden igualmente en la concentración y aumento de los flujos de escorrentía, los cuales son canalizados a través de vallados y controlados por la construcción de reservorios.

Referencia geográfica: se distribuyen ampliamente al noroccidente en el sector MG y Jardines de Chía en la vereda Fagua. Los invernaderos son también significativos en el sector Flores de la vereda Tíquiza; los sectores Costa Rica y Colorados de la vereda Bojacá; los sectores El Cacique y Flores en la vereda Cerca de Piedra; y los sectores Las Juntas, Fredonia, Sabaneta y Monguibello en La vereda La Balsa.

Fuente: elaboración propia.

5.2.2 Modelados ligados a la minería, la industria y los residuos

Comprende las morfologías derivadas de las acciones extractivas mineras; asimismo las acumulaciones generadas por la disposición de material de residuos que se asocian también a la minería; y las superficies aplanadas y adecuadas para las prácticas industriales (Tabla 12). En Chía estos modelados de intervención aparecen a finales del siglo XIX y comienzos del XX, y paulatinamente han aumentado su cubrimiento en las últimas tres décadas con modificaciones considerables en la morfología de los ambientes estructural, fluvial y fluvio-lacustre. El cubrimiento total de estos modelados es de 879 Ha, que corresponde al 9,4 % de cubrimiento; algunos ejemplos de estas perturbaciones morfológicas antrópicas se muestran en la Figura 31.

Tabla 12. Modelados mineros, industriales y de residuos

Cantera

Corresponde a una antropogeoforma intencional de excavación. En el municipio la conformación de canteras se centra en la extracción de material para las actividades de construcción a nivel regional. Las canteras presentan diferentes dimensiones, en general no muy extensas, y las principales implicaciones de esta intervención son la remoción del suelo y subsuelo, un mayor aporte de sedimentos, erosión acelerada, alteraciones en la escorrentía y en el flujo de agua subterránea, incorporación de contaminantes, e inestabilidad en las laderas con la potencial ocurrencia de movimientos en masa.

Referencia geográfica: sobre la montaña nororiental sector La Resaca, vereda Yerbabuena; en la montaña suroriental sectores Altos y Villa Escocia de la vereda Fusca, y en la montaña occidental sector Vía a Tabío.

Tabla 12. (Continuación)

Terreno con escombrera aterrazada
<p>Refiere a geoformas artificiales de acumulación, con dimensiones muy variadas y material suelto poco estable (entre 1 y 5 metros de altura en promedio). En el municipio las terrazas con escombros tienen como propósito el relleno y/o elevación de la morfología original, lo que permite extender áreas para otros propósitos como la construcción de vías y viviendas y el desarrollo industrial y de esparcimiento. Las zonas bajas y depresionales son los espacios de predilección para la conformación de estos modelados; las repercusiones de estas intervenciones incluyen la destrucción de la cobertura vegetal (principalmente de humedales); cambios en el comportamiento de la escorrentía superficial y subsuperficial; disminución en las áreas de amortiguación ante los desbordes; y sepultamiento, compactación y hundimiento de los suelos preexistentes.</p>
<p>Referencia geográfica: taludes de la terraza fluvio-lacustre y márgenes de los ríos Bogotá y Frío; especialmente en los sectores: Los Humedales y La Gran Colombia en la vereda Yerbabuena; La Caro, Teletón, Hipódromo de Los Andes y Cuernavaca en la vereda Fusca; Fontanar, Fontana, El Darién, y Nogales en la vereda Bojacá; Jardines de Chía, Guanatá y La Macarena (Chucua de Fagua) en la vereda Fagua; Los Montañez y El Chorro en la vereda Tíquiza; Sidonia, El Romboy y La Ladrillera en la vereda Fonquetá, San Remo en la vereda Cerca de Piedra; La PTAR, Samaria, San Jacinto, Monguibello, Granjas de Guaymaral y Las Juntas en la vereda La Balsa; y los barrios La Lorena y Río Frío en el Centro Urbano.</p>
Terreno con escombrera en montículos
<p>Corresponde también a formas antrópicas de acumulación, las cuales están asociadas a la adecuación de terrenos para el esparcimiento y al acopio transitorio de materiales reutilizables. En el municipio estas formas son menos frecuentes y representan residuos que afectan también la escorrentía superficial y subsuperficial, disminuyen las áreas inundables; y sepultan y compactan los suelos preexistentes.</p>
<p>Referencia geográfica: sector El Cerrito-La frontera en la vereda Yerbabuena; Sector Altos de Fusca; Sector San Jacinto y Club Guaymaral en la vereda La Balsa; y el barrio La Lorena en el Centro Urbano.</p>
Terreno con equipamiento industrial
<p>Son superficies aplanadas y acondicionadas para el desarrollo de las actividades industriales. El movimiento de tierra es menor, sin embargo, implican claramente la eliminación de la vegetación, el sepultamiento e impermeabilización del suelo y el aumento y concentración de los procesos de escorrentía.</p>
<p>Referencia geográfica: se identifican principalmente en los bordes de la Autopista Norte, sectores Yerbabuena Baja y La Gran Colombia en la vereda Yerbabuena; El Pórtico, El Codito y La Caro en la vereda Fusca; en los barrios El Cairo y Samaria del Centro Urbano; y en el sector Las Juntas de la vereda La Balsa.</p>

Fuente: elaboración propia.

5.2.3 Modelados ligados a la gestión hídrica

Abarca las morfologías directamente relacionadas con el recurso hídrico; e incluyen geoformas de excavación tipo canales, cauces intervenidos y cuerpos de agua antrópicos; así como geoformas de acumulación tipo diques tanto artificiales como modificados (albardones naturales reconstruidos) (Tabla 13). Este tipo de modelados se incrementó y generalizó durante los siglos XX y XXI a partir del crecimiento de las actividades agropecuarias, agroindustriales, urbanas campestres, y por el requerimiento de controlar y mitigar los efectos de las inundaciones por desbordes. Para el año 2020 estas acciones han superado los 400 kms intervenidos, mientras que las áreas con lagos o lagunas artificiales alcanzaron las 60 Ha (en conjunto 2,2 % de la extensión territorial); algunos ejemplos de estos modelados relacionados con el agua se exponen en la Figura 32.

Tabla 13. Modelados por gestión hídrica

Cauce fluvial intervenido
<p>Corresponde a los canales de los ríos Bogotá y Frío, los cuales han sido intervenidos mediante acciones de dragado, ensanchamiento, y en algunos casos también por acciones de desvío y rectificación intencional. Los cambios en la geometría de los cauces junto a la regulación de caudales aguas arriba del municipio (represas del Neusa, Sisga y Tominé) han representado un aumento de la capacidad hidráulica de los ríos, que se ve reflejado en una disminución de los desbordes, no obstante, han generado igualmente un desequilibrio paulatino en los regímenes de inundación y de sedimentación del ambiente fluvial.</p>
<p>Referencia geográfica: prácticamente todos los cauces de los ríos Bogotá y Frío en el territorio municipal han sido intervenidos por acciones de dragado y ensanchamiento. Los recortes de meandros, desvío y rectificación se han presentado en el sector del Hipódromo de Los Andes para el río Bogotá, y en el sector Sidonia vereda Fonquetá y barrio La Lorena del Centro Urbano para el río Frío.</p>
Dique natural reconstruido
<p>Hace referencia a la estructura alargada de acumulación paralela a los dos grandes cauces fluviales (Bogotá y Frío); la cual se modelo originalmente por la dinámica natural fluvial, pero ha sido reconstruida antrópicamente en elevación y ensanchamiento (en promedio 4 metros de altura x 6 de ancho), con material derivado principalmente del dragado de los cauces, y con la finalidad de contener las crecientes y limitar los desbordes. La principal implicación es la desconexión del río con su planicie, con la consecuente desecación de los espacios húmedos y el descenso de los niveles freáticos.</p>
<p>Referencia geográfica: río Frío en la zona suroccidental, límite entre las veredas Cerca de Piedra y La Balsa. Prácticamente todos los diques que bordean el cauce del río Bogotá.</p>
Dique artificial secundario
<p>Describe las pequeñas acumulaciones alargadas (en promedio 3 metros de altura x 4 de ancho), que ofrecen protección ante los desbordes periódicos de los ríos y drenajes secundarios. Los diques artificiales se ubican principalmente sobre el ambiente fluvial, y en la mayoría de los casos estas intervenciones se asocian a los canales artificiales, de los cuales generalmente se ha tomado el material excavado para su construcción.</p>
<p>Referencia geográfica: se distribuyen por todo el ambiente fluvial de los ríos Bogotá y Frío.</p>
Canal artificial
<p>Corresponde a formas de excavación estrechas (3 metros de ancho x 2 de profundidad en promedio), también reconocidas como zanjás o vallados. Este tipo de infraestructura se emplea en labores de riego, almacenamiento de agua y drenaje de los espacios rurales, y en conjunto, conforman una extensa red que concentra el agua pluvial y de acueductos veredales, causando cambios en la escorrentía superficial.</p>
<p>Referencia geográfica: se distribuye ampliamente por el ambiente fluvio-lacustre, y se encuentran muy relacionadas a terrenos con pastizales, con cultivos tradicionales y confinados y a lo largo de las principales vías.</p>
Lago o laguna artificial
<p>Refiere a la excavación o cierre deliberado de depresiones, que permiten conformar un cuerpo de agua léntico, y cuyos fines son el uso en actividades agrícolas, en recreación, y para el tratamiento de aguas residuales.</p>
<p>Referencia geográfica: son frecuentes en los condominios de la montaña oriental; en las urbanizaciones al margen del río Bogotá sectores Fontanar, Santa Ana, San Jacinto y Club Guaymaral; en zonas con cultivos confinados como El Cacique, Las Juntas, MG y Monguibello; y en el sector de la planta de tratamiento PTAR I.</p>

Fuente: elaboración propia.

5.2.4 Modelados ligados al tránsito

Agrupar las morfologías artificiales generadas con propósitos de transporte y desplazamiento; y en las que se encuentran discriminados los caminos destapados, las vías afirmadas impermeabilizadas, la línea férrea, los cortes en zonas de montaña, y los

terraplenes que sostienen el ferrocarril, las grandes autopistas y los puentes de interconexión (Tabla 14). Las acciones orientadas a la constitución de las redes de transporte en el municipio se han incrementado para el siglo XXI y representan intervenciones de alto impacto sobre el paisaje. Estos modelados alcanzan en la actualidad una longitud aproximada de 625 kms, y los terraplenes comprenden 206 Ha, es decir, en total, aprox. el 4,4 % del municipio; algunos ejemplos se presentan en la Figura 33.

Tabla 14. Modelados por tránsito y transporte

Vía férrea
<p>Considera las estructuras ferroviarias (líneas), construidas mediante pequeñas excavaciones y también algunas acumulaciones con el propósito de nivelar su trayecto. En general esta intervención ha representado un incremento en los procesos erosivos a nivel local.</p> <p>Referencia geográfica: hacia el costado oriental del altiplano, de sur a norte surca la terraza fluvio-lacustre; cruza igualmente el ambiente fluvial del río Bogotá.</p>
Vía afirmada impermeabilizada
<p>Corresponde a la compleja y densa red de carreteras cuya superficie se encuentra asfaltada, en concreto o adoquín. Esta infraestructura sella la superficie e impide que se desarrolle la erosión convencional. La impermeabilización implica cambios en la escorrentía superficial, con la captación de altos porcentajes de agua de lluvia a través del sistema de alcantarillado, e incide además en la escasez de cobertura vegetal y en la compactación o eliminación definitiva del suelo.</p> <p>Referencia geográfica: la red de vías afirmadas e impermeabilizadas es abundante y densa en el Centro Urbano; asimismo se concentra en los sectores Mercedes de Calahorra, Fontanar y Santa Ana, vereda Bojacá; en San Jacinto y Samaria, vereda La Balsa. Hacen parte de la Autopista Norte, la Autopista a Zipaquirá y las conexiones a Cota, Cajicá, Suba y Sopó. Son las principales vías de todas las veredas, y se destacan también para los condominios de la montaña oriental en las veredas Yerbabuena y Fusca.</p>
Vía destapada
<p>Refieren a los senderos y caminos construidos con recebo y no impermeabilizados. Propician la deforestación, entierran los suelos, y en las zonas montañosas aumentan la erosión y producción de sedimentos.</p> <p>Referencia geográfica: en la actualidad son escasos, sin embargo, aún se destacan para en la montaña oriental en las veredas Yerbabuena y Fusca, y para las veredas del occidente: Fagua, Tíquiza, Fonquetá y Cerca de Piedra, desde donde salen las conexiones hacia los municipios de Tabío y Tenjo.</p>
Corte asociado a infraestructura vial
<p>Son excavaciones en las laderas de la montaña asociadas a la construcción de vías (impermeabilizadas y destapadas). Los cortes remueven la vegetación, alteran los procesos de escorrentía, modifican las pendientes del terreno, e incrementan la inestabilidad de los materiales con la potencial ocurrencia de movimientos en masa. En la práctica, parte del material excavado se utiliza para los terraplenes viales y los rellenos.</p> <p>Referencia geográfica: al occidente en el sector del Resguardo, en la vía que va a Tenjo, sector la Valvanera y en la vía que dirige a Tabío. Al oriente se identifican en partes de la Autopista Norte y en los condominios de los sectores de Encenillos, Sofropolis, Altos de Yerbabuena, Altos de Hicata y en Altos de Fusca.</p>
Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes
<p>Corresponde a antropogeofomas de acumulación que soportan las grandes vías, la línea férrea y los diversos puentes vehiculares. Esos vertimientos implican la destrucción de vegetación, el cubrimiento o eliminación del suelo y cambios profundos en el comportamiento de los flujos de escorrentía.</p> <p>Referencia geográfica: la franja oriental que corresponde a la Autopista Norte y a la Autopista a Zipaquirá; las vías hacia Cota, Suba (Guaymaral), Antigua a Cajicá; el perímetro del Centro Urbano Avenida Chilacos y Variante Cota; y al suroriente la activa construcción de la Troncal de Los Andes.</p>

Fuente: elaboración propia.

5.2.5 Modelados ligados a la urbanización

Incluye todas las morfologías relacionadas con la construcción de edificaciones para actividades de residencia, comercio, prestación de servicios y recreación. Este tipo de modelados se integra con los modelados de tránsito; y su evolución es muy sobresaliente para las últimas cinco décadas. La densificación y complejidad de estas intervenciones permitió para la escala de trabajo definir terrenos con construcciones discontinuas, con construcciones continuas, con edificaciones en altura y profundidad y espacios adecuados para el esparcimiento (Tabla 15). Los modelados urbanogénicos cubren 2.943 Ha (33 % del municipio) y ejemplos de sus tipologías se muestran en la Figura 34.

Tabla 15. Modelados urbanogénicos

Terreno con construcciones discontinuas
Corresponde a superficies con edificaciones dispersas y de baja densidad. Este entorno refiere a la denominación suburbano o rururbano, que mezcla viviendas en general pequeñas, actividades agropecuarias rurales o campestres, y donde es evidente la alteración o remplazo de la cobertura vegetal, el aplanamiento del terreno, y el cubrimiento e impermeabilización parcial del suelo.
Referencia geográfica: muy representativo tanto en la montaña veredas Yerbabuena y Fusca, como también sobre el altiplano en las veredas Bojacá, Fagua, Fonquetá, y La Balsa.
Terreno con construcciones continuas
Corresponde a superficies con edificaciones que muestran agrupación, contigüidad y densificación. El entorno urbano indica la conformación urbana tradicional con viviendas entre una y cuatro plantas. Sobre estos terrenos si bien existe la extracción de material, prima la acumulación y el sellado basado en el uso del concreto. La intervención superficial es la mayor implicación, la cual detiene los procesos de erosión y modifica el comportamiento de la escorrentía por la impermeabilización (el drenaje es prácticamente artificial). Es también frecuente en estos modelados la eliminación del suelo edáfico, el aplanamiento o nivelación de irregularidades topográficas, la adecuación subsuperficial de redes de servicios públicos, y asimismo el aumento de los procesos de compactación y hundimiento.
Referencia geográfica: predomina en la terraza fluvio-lacustre nivel 1 de la unidad administrativa Centro Urbano. También al norte en Mercedes de Calahorra, Bochica y Los Colorados en la vereda Bojacá; al sur en el sector Las Juntas, Asturias y San Pedro de la vereda La Balsa; y al occidente en los límites entre las veredas Fonquetá y Cerca de Piedra y alrededor del sector Cuatro Esquinas en la vereda Tíquiza.
Terreno con construcciones en altura y profundidad
Corresponde a superficies excavadas para el desarrollo de grandes edificaciones (más de cinco plantas con subterráneos). La extracción de material es muy significativa y genera importantes depresiones que remueven por completo el suelo y parte del subsuelo, cambian el flujo de la escorrentía superficial y subsuperficial (niveles freáticos), y potencializan por el peso de las estructuras la compactación y los hundimientos.
Referencia geográfica: barrios: San Luis, Osorio, Laura Vicuña, Santa Rita, El Campín, El Cairo, Veinte de Julio, Samaria, Delicias Norte y Sur y Chilacos. En el sector Rodizio vereda Cerca de Piedra; Universidad de La Sabana, Centro Chía, Fontanar, Arrieros y Mercedes de Calahorra en la vereda Bojacá.
Terreno acondicionado al esparcimiento
Áreas adecuadas para la recreación, turismo y educación; con mixtura entre edificaciones, superficies verdes y zonas descapotadas. Implica modificaciones en suelos y en la escorrentía, sin embargo, en menor grado que las demás tipologías de urbanización por la tendencia a la conservación de espacios con vegetación.
Referencia geográfica: al margen de la Autopista Norte y en las riberas de los ríos Bogotá y frío.

Fuente: elaboración propia.

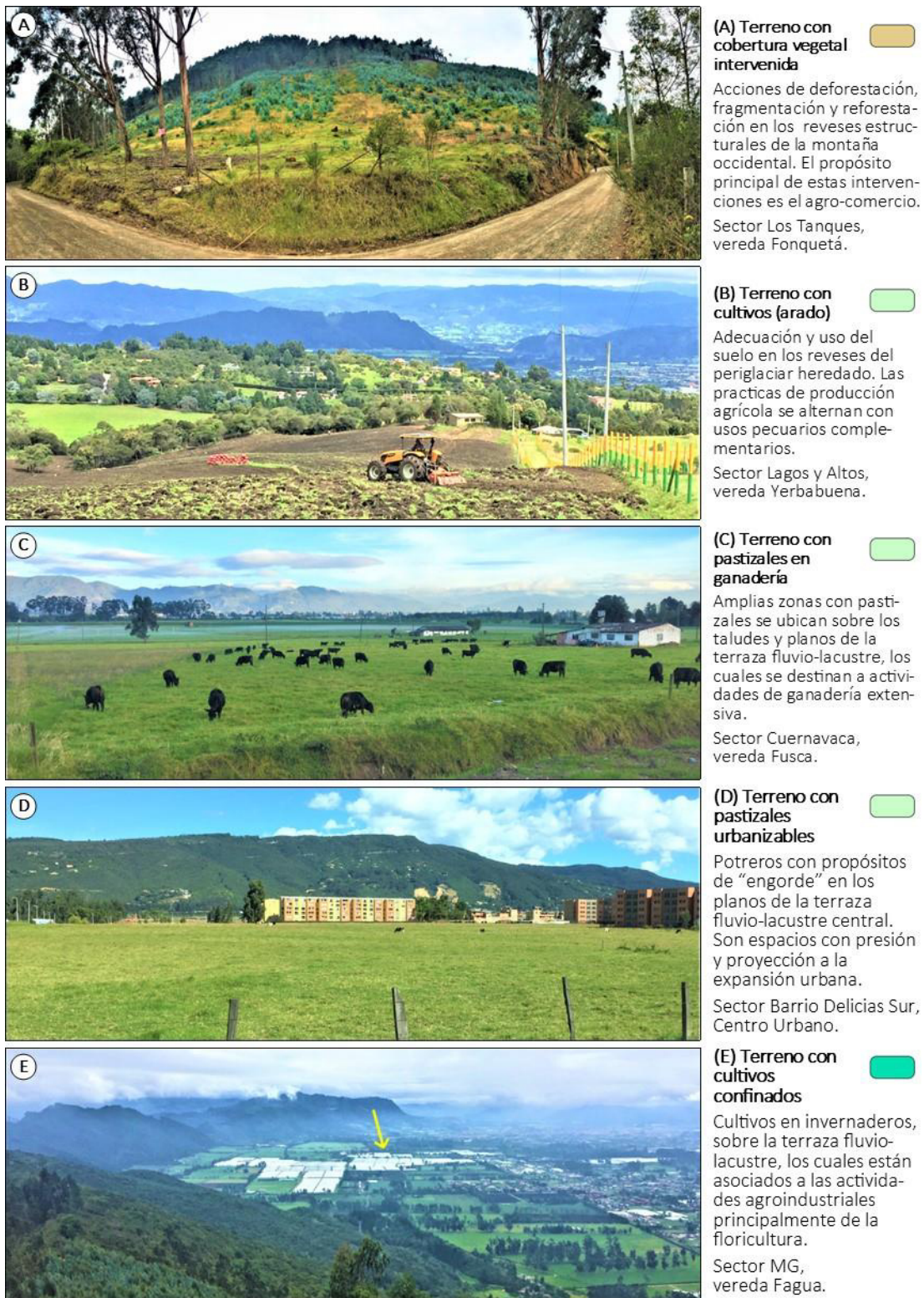


Figura 30. Ejemplos de intervenciones agrogénicas

Fotografías: Miguel A. Castiblanco S. (2019; 2020; 2021).

*Para la localización espacial de los ejemplos ver el APÉNDICE D



Figura 31. Ejemplos de intervenciones por minería, industria y disposición de residuos

Fotografías: Miguel A. Castiblanco S. (2019; 2020; 2021).

*Para la localización espacial de los ejemplos ver el APÉNDICE D



(L) Cauces intervenidos

Ampliación del cauce del río Bogotá mediante dragas y retroexcavadoras. El ensanchamiento hidráulico se realiza como medida de control ante caudales extremos. Sector La Chavela, vereda Fusca.



(M) Diques reconstruidos

Elevación y ampliación de diques en las margen del río Bogotá. Este cambio posibilita un flujo mayor de agua y de sedimentos por el cauce. Sector Granjas de Guaymaral, vereda La Balsa.



(N) Dique y canal artificial

Obras de desagüe relacionadas con las actividades agropecuarias. Estas intervenciones representan la modificación de la red de drenaje, sobre los modelados del ambiente fluvial. Sector La Chavela, vereda Fusca.



(O) Canal artificial

Sistema de drenaje relacionado con las actividades agroindustriales. Estas transformaciones del sistema hídrico modifican igualmente los planos de la terraza fluvio-lacustre. Sector Fredonia, vereda La Balsa.



(P) Lago artificial

Cuerpo de agua antropogénico asociado en este caso a usos y actividades de esparcimiento. Estos cuerpos de agua se constituyen usualmente en los ambientes fluviales naturales. Sector Centro Chía, vereda Bojacá.

Figura 32. Ejemplos de intervenciones por gestión hídrica
 Fotografías: Miguel A. Castiblanco S. (2019; 2020; 2021).
 *Para la localización espacial de los ejemplos ver el APÉNDICE D



Figura 33. Ejemplos de intervenciones por tránsito y transporte

Fotografías: Miguel A. Castiblanco S. (2019; 2020; 2021).

*Para la localización espacial de los ejemplos ver el APÉNDICE D



Figura 34. Ejemplos de intervenciones urbanogénicas

Fotografías: Miguel A. Castiblanco S. (2019; 2020; 2021).

*Para la localización espacial de los ejemplos ver el APÉNDICE D

5.3 Patrones y tendencias de las intervenciones antropogeomorfológicas

La revisión geohistórica y la caracterización para los años 1940, 1977, 2000 y 2020 precisaron la descripción de los hechos antropogeomorfológicos, y adicionalmente posibilitaron la estimación de algunas medidas de longitud, área, porcentaje y volumen para los diferentes objetos geomorfológicos. Los datos obtenidos individualmente o en grupo, así como los valores derivados de la superposición de información, y que se presentarán a continuación, confirmaron el comportamiento espacio-temporal del fenómeno antropogeomorfológico para el territorio municipal de Chía.

En la Figura 35 se puede observar así la agrupación de los modelados antropogénicos y su cubrimiento porcentual para los cuatro años caracterizados. Estas grandes categorías muestran tanto aumentos como disminuciones, siendo muy destacado el incremento constante y progresivo de las intervenciones urbanogénicas (construcciones destinadas a la residencia y prestación de servicios); las cuales pasan de un discreto 2,2 % en el año 1940, hasta alcanzar un 33 % de cubrimiento para el año 2020.

La tendencia de crecimiento que se identifica desde 1940 se refleja igualmente para los modelados de minería, industria y residuos, de gestión hídrica y de tránsito; con magnitudes y proporciones más bajas, pero asimismo con dinámicas de aumento importantes. En oposición, otro comportamiento de relevancia es la notable reducción de los terrenos sujetos a acciones agrogénicas, que transitan del 71 % dominante en 1940 al 35 % en el 2020; y también, el moderado descenso en el cubrimiento de los terrenos caracterizados como semi-preservados (sin evidente intervención antrópica), los cuales para el presente cubren tan solo el 16 % del territorio.

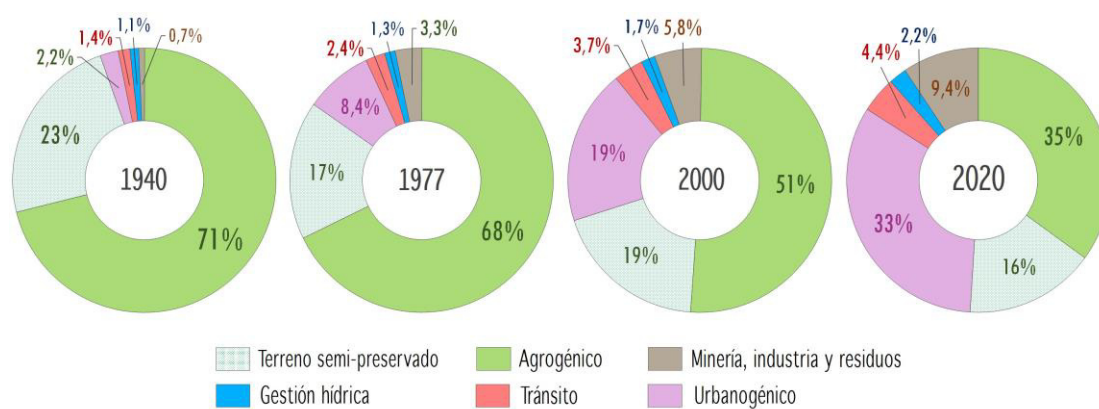


Figura 35. Cubrimiento porcentual de los tipos de modelados antropogeomorfológicos agrupados por año de caracterización

Fuente: elaboración propia.

Nota: a partir de la longitud de los rasgos lineales se realizó un estimativo del promedio de ancho de estos elementos, con el propósito de determinar su participación absoluta y relativa en término de áreas.

La variación de los modelados antropogénicos en el municipio se puede observar y ratificar asimismo en la Figura 36. En estos diagramas se define la extensión absoluta de cada uno de los elementos para los cuatro momentos o cortes de caracterización, y se puede comparar la dimensión de su evolución tanto en incremento como en disminución.

Un primer aspecto sobresaliente, como se vio en el anterior esquema, es la pérdida manifiesta de hectáreas en los terrenos con vegetación semi-preservada, con vegetación intervenida y con cultivos y/o pastizales; situación que deriva del cambio marcado dado desde mediados del siglo XX, que obedeció a los procesos de urbanización y que se fortaleció para el nuevo milenio. En este punto es importante mencionar que entre los años 1940 y 1977 desaparecen los últimos vestigios de los camellones prehispánicos; que durante estos últimos 80 años las vías férreas se mantuvieron relativamente estáticas; y que a comienzos del siglo XXI se empieza a reducir considerablemente la longitud de las vías o caminos tradicionales destapados (cambios intermitentes).

En los resultados gráficos de la Figura 36 es apreciable por otro lado el incremento de las restantes tipologías antropogénicas. Desde la década de 1940 sobresale la ampliación significativa en las hectáreas de las construcciones discontinuas, de las construcciones continuas, de los terraplenes viales y las escombreras aterrazadas (crecimiento gradual); así como el aumento en la longitud de canales, diques artificiales, cortes viales y destacadamente de las vías afirmadas impermeabilizadas.

Otros modelados antropogénicos que desde finales de los años 70 describen crecimientos moderados son los cultivos confinados, las canteras, las escombreras en montículos, los terrenos con equipamiento industrial y los lagos artificiales; mientras que para la transición entre los siglos XX y XXI se destaca un aumento de los terrenos acondicionados al esparcimiento, la aparición de las nuevas construcciones en altura y profundidad (cambio abrupto), y el revelador aumento en la longitud de los diques naturales reconstruidos y de los cauces fluviales intervenidos (dragado y ampliación de los ríos Bogotá y Frío).

Hacia 1940 los terrenos con vegetación semi-preservada se aproximaban a las 2.000 Ha, mientras que para el año 1977 los terrenos con cultivos y/o pastizales alcanzaban su máxima extensión municipal con casi 5.000 Ha; a pesar de la gradual reducción y sustitución de estas categorías por otras intervenciones en décadas posteriores, estos terrenos siguen siendo en la actualidad (año 2020) los de mayor predominio para Chía. No obstante, si se continua con esta tendencia de cambio en los modelados antrópicos, a futuro y en poco tiempo las construcciones discontinuas y continuas, los terrenos para el esparcimiento, las escombreras aterrazadas, entre otras intervenciones, podrían sustituir este liderazgo y rivalizar aún más con las áreas dedicadas a la preservación (que son los escenarios hasta el momento sin cambios notables).

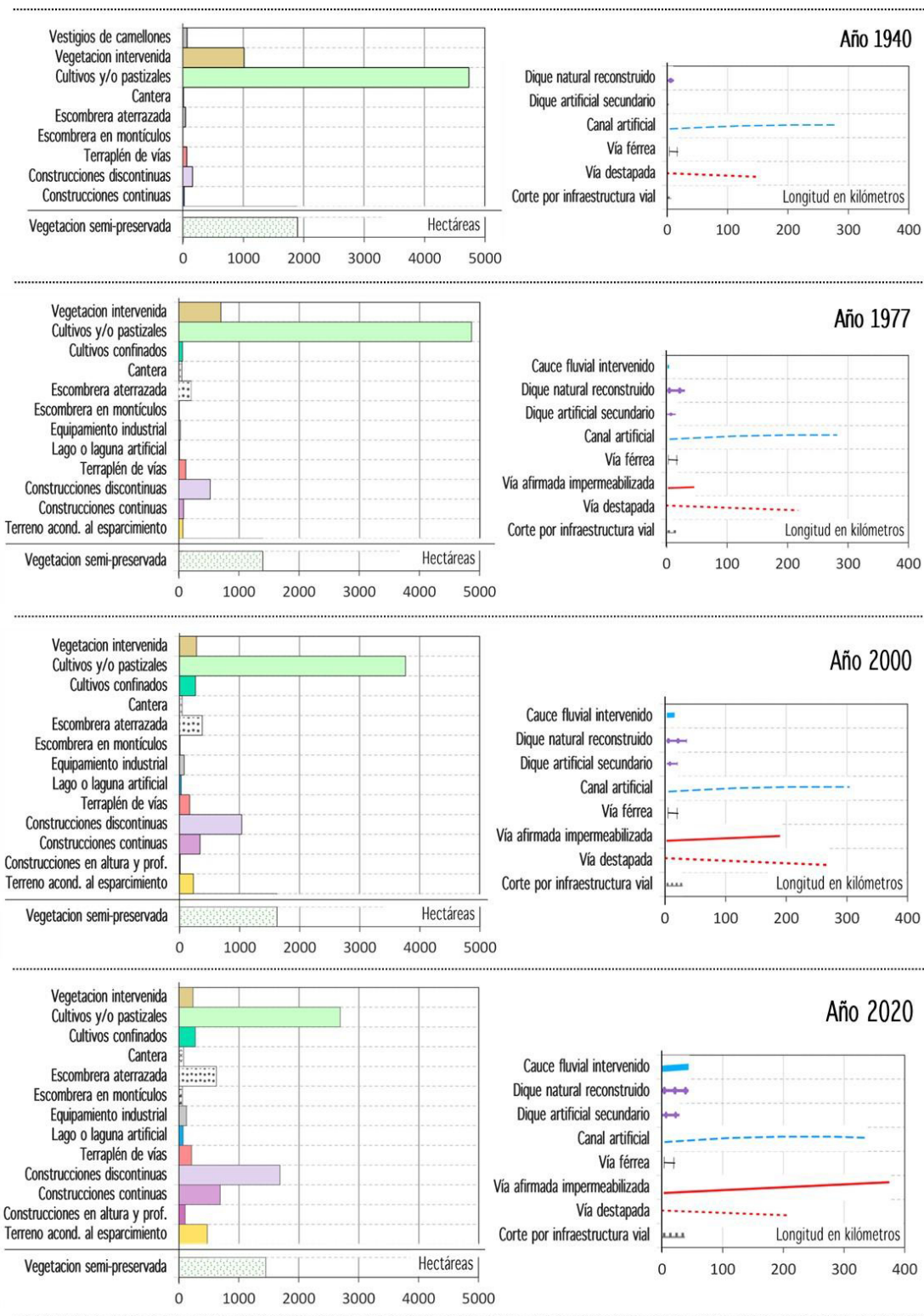


Figura 36. Extensión en longitud y área de los modelados antropogeomorfológicos específicos por año de caracterización

Fuente: elaboración propia.

5.3.1 Intervenciones sobre la morfología natural

En este apartado se exponen las intervenciones en función de las geoformas naturales descritas en el capítulo 4. En líneas anteriores se indicó *grosso modo* como el poblamiento, el desarrollo de las actividades socioeconómicas y la urbanización se emplazaron preferentemente sobre el altiplano, dejando a la montaña bajo una relativa estabilidad y conservación; sin embargo, las acciones humanas muestran unos patrones y tendencias más específicas, que inciden en mayor o menor grado sobre los diferentes ambientes y geoformas naturales originales.

En la Figura 37 se observa de esta manera el cubrimiento de las intervenciones antropogénicas (agrupadas) respecto a los cinco ambientes geomorfológicos naturales de Chía. De esta representación gráfica se puede indicar inicialmente que los mayores registros dados por las intervenciones antropogénicas se presentan para los ambientes naturales fluvio-lacustre y fluvial; siendo los ambientes coluvio-aluvial y periglacial los que menos hectáreas y kilómetros intervenidos muestran.

El esquema grafico muestra asimismo que existe un predominio de las intervenciones agrogénicas para los cinco ambientes morfogénicos naturales, pero tan solo para los tres primeros años de caracterización (1940, 1977, 2000), la participación decreciente de estas acciones en los últimos años ha sido esencialmente a expensas del aumento de los modelados principalmente de tipo urbano. Estas tendencias de las intervenciones urbanas se ratifican claramente desde el año 1977 y se acompañan asimismo por el surgimiento y la presencia de los modelados de minería, industria, residuos y de tránsito para los ambientes estructural, coluvio-aluvial, fluvio-lacustre y fluvial.

Las intervenciones lineales por gestión hídrica se concentran visiblemente para los ambientes fluvio-lacustre y fluvial, y las longitudes de sus rasgos antrópicos han aumentado de manera muy significativa para este último ambiente natural. Por su parte las acciones lineales de tránsito se incrementan progresivamente para todos los ambientes naturales, pero son más cuantiosas las longitudes de estas para el entorno fluvio-lacustre.

Para el año 2000 se observa además una ligera reducción en el total de las intervenciones para los ambientes periglacial, estructural y coluvio-aluvial, hecho que se relaciona con los intentos por restaurar las condiciones iniciales y con la conservación de algunas áreas protegidas en la zona de montaña; más, sin embargo, continúa el mismo comportamiento de crecimiento y sustitución dado principalmente por las acciones urbanogénicas. Hacia el año 2020 las intervenciones urbanas, de minería, industria, residuos, y tránsito ya prevalecen en conjunto para los ambientes naturales estructural, coluvio-aluvial y fluvio-lacustre; mientras que para el ambiente fluvial esta tendencia se acerca a la mitad de cubrimiento y en pocos años será dominante.

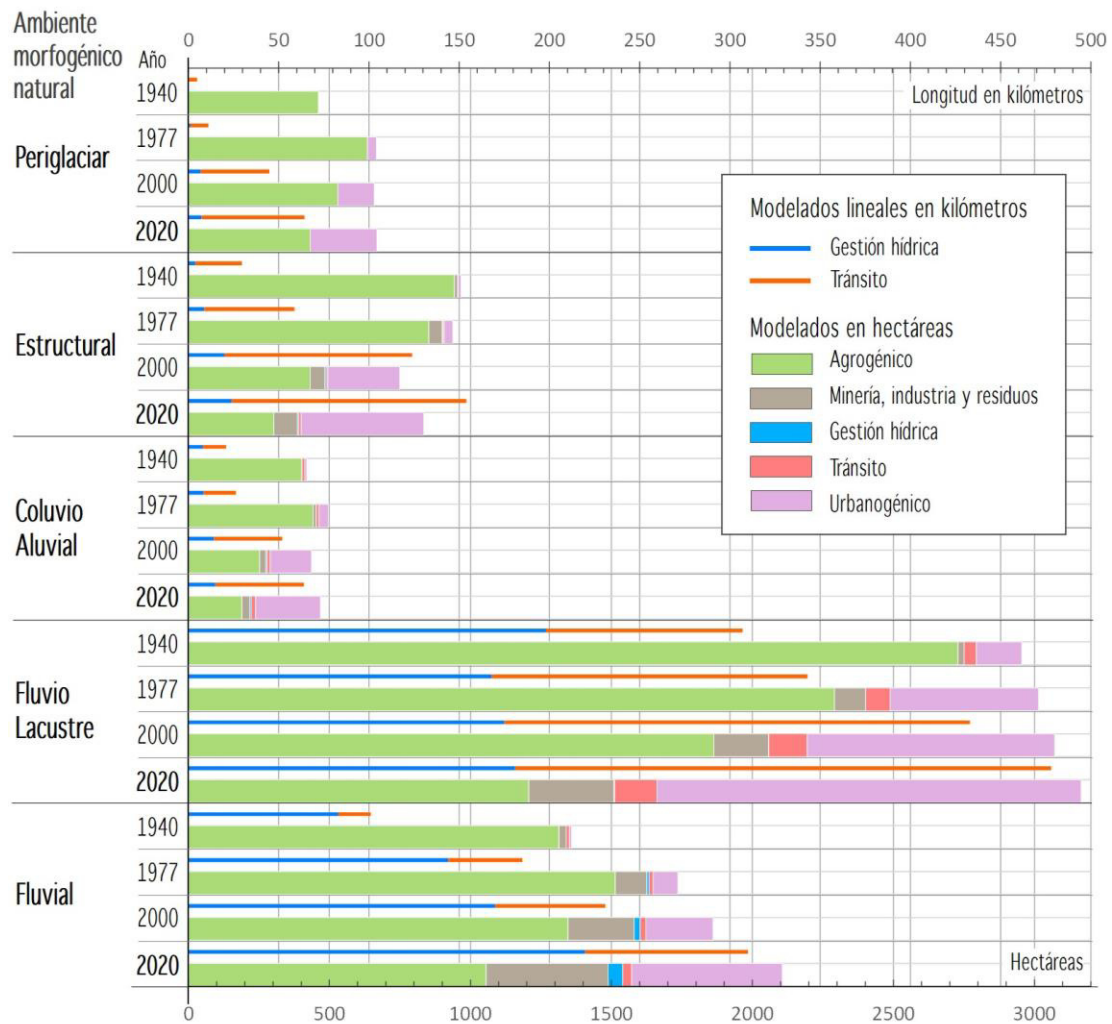


Figura 37. Extensión en longitud y área de los modelados antropogeomorfológicos agrupados por ambientes morfogénicos naturales y año de caracterización
 Fuente: elaboración propia.

Los patrones de cubrimiento son todavía más evidentes al analizar la Figura 38; donde se muestra el porcentaje total de cada una de las intervenciones antropogénicas con relación a las 23 geoformas naturales específicas, pero tan solo para el año 2020. De esta matriz se puede resaltar en primer lugar los terrenos con vegetación semi-preservada, los cuales se localizan de manera predominante sobre las geoformas naturales: revés estructural en sedimentitas duras (51 %), revés estructural en sedimentitas duras con alteritas del ambiente periglaciar (15 %) y los vallecitos de montaña (10 %). Con un patrón similar, los terrenos con *vegetación intervenida* vienen avanzando sobre las geoformas naturales mencionadas, destacándose más para los reverses en sedimentitas duras estructurales (43 %) y los reverses con alteritas del ambiente periglaciar (27 %).

Porcentaje (%)

- > 50
- 25 - 49
- 10 - 20
- < 10

	AGROGÉNICO			MINERÍA, IND. Y RES.			GESTIÓN HÍDRICA				TRÁNSITO				URBANOGÉNICA							
	Vegetación intervenida	Cultivos y/o pastizales	Cultivos confinados	Cantera	Escombrera aterrazada	Escombrera en montículos	Equipamiento industrial	Cauce fluvial intervenido	Dique natural reconstruido	Dique artificial secundario	Canal artificial	Lago o laguna artificial	Vía férrea	Vía afirmada impermeabilizada	Vía destapada	Corte por infraestructura vial	Terraplén de vías	Construcciones discontinuas	Construcciones continuas	Construcciones en alt. y prof.	T. acond. al espaciamiento	Vegetación semi-preserveda
PERIGLACIAR H.	Frente erosional en sedimentitas duras	1											1		2							6
	Revés estructural en sedimentitas duras		2											1	2							7
	Revés estructural en sed. duras con alteritas	27	12							2			7	10	13		13			2		15
ESTRUCTURAL	Frente erosional en sedimentitas duras	1		10			1								2	4						2
	Frente erosional en sedimentitas blandas														1		1					1
	Revés estructural en sedimentitas duras	43	3	51	4					3			8	14	56	1	11			1		51
	Revés estructural en sed. duras con alteritas	20	2	31	1	4	1			4	2		6	4	13	3	10			2		4
	Revés estructural en sed. blandas con alteritas		1				5					5	1	2	3		1			4		2
	Cerro residual												1			1						
COLUVIO-ALUVIAL	Ladera coluvial		2							1	1		3	2	2		5					1
	Vallecito de montaña	6	1		7	2				1	5		1	2	2		3			1		10
	Glacis de acumulación	2	1											1								1
	Manto de derrubios		1							1		2	1	2	1	2	1	1		3		
	Cono de deyección		2	1	1	1	14			2	2	6	2	2		5	1		2	5		
FLUVIO-LACUSTRE	Plano de terraza nivel alto		6	10	7		10			6		24	3	3		14					5	
	Plano de terraza nivel medio		15	37	5	4	38			25		43	14	21		31	16	16	4	13		
	Plano de terraza nivel bajo		10	16	1	2	10		2	15		1	26	11		16	17	64	60	10		
	Talud de terraza		8	7	25	2	6		10	8		10	10	7		13	7	10	19	6		
FLUVIAL	Vallecito de altiplano		1							1	1	3	1			1			1	1		
	Plano de desborde		18	13	45	47	10	97	48	16	30	10	8	10		10	8	5	11	27		
	Cubeta de decantación		14	15	13	34	5		35	14	44		5	5		4	5	4	3	19		
	Meandros y cauces abandonados		1	1	2	1			4	1	10		1	1			1			1		
	Cauce aluvial activo							100	3	1												
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Figura 38. Valores porcentuales de intervención de los modelados antropogeomorfológicos específicos para el año 2020 por geoformas naturales específicas
Fuente: elaboración propia.

Los *cultivos y/o pastizales* son importantes para el revés estructural en sedimentitas duras con alteritas del periglacial (12 %); como también para los planos de desborde (18 %), las cubetas de decantación (14 %) y los niveles medio y bajo de la terraza fluvio-lacustre (15 y 10 % respectivamente). Los *cultivos confinados* por su parte se destacan para el nivel medio de la terraza fluvio-lacustre (37 %), y en menor proporción para las cubetas de decantación (15 %), los planos de desborde (13 %) y los otros niveles de la terraza (nivel bajo 16 % y nivel alto 10 %).

Las *canteras* predominan para los reveses en sedimentitas duras del ambiente estructural (51 %), afectan además los reveses que poseen alteritas (31 %) y también parte del frente erosional en sedimentitas duras (10 %) de la montaña estructural. Por el contrario, las *escombreras aterrazadas* se encuentran principalmente sobre los planos de desborde (45 %), en los taludes de la terraza fluvio-lacustre (25 %) y en las cubetas de decantación (13 %); las *escombreras en montículos* exhiben un patrón similar, y su cubrimiento es muy común para estos dos últimos medios naturales: planos de desborde 47 % y cubetas de decantación 34 %. Los *terrenos con equipamiento industrial* se distribuyen entretanto y preferentemente para el nivel medio de la terraza fluvio-lacustre (38 %) y en menor proporción para los conos de deyección (14 %).

Los *cauces intervenidos* se circunscriben a la geoforma natural de cauce aluvial (100 %); los *diques reconstruidos* inciden esencialmente sobre los planos de desborde (97 %); mientras que los *diques artificiales* se ubican en especial sobre las cubetas de decantación (35 %) y los planos de desborde (48 %). Los *canales artificiales* son frecuentes para el nivel medio de la terraza fluvio-lacustre (25 %) y son además significativos para el nivel bajo de esta misma geoforma (15 %), como también para los planos de desborde (16 %) y las cubetas de decantación (14 %); en estos dos últimos escenarios geomorfológicos naturales se localizan igualmente los *lagos o lagunas artificiales* (cubetas de decantación 44 % y planos de desborde 30 %).

La *vía férrea* prevalece para los niveles medio y alto de la terraza fluvio-lacustre (43 y 24 % respectivamente), y en menor medida para el talud de esta (10 %) y los planos de desborde (10 %). Las *vías impermeabilizadas* son habituales en los niveles bajo (26 %), medio (14 %) y el talud de las terrazas (10 %); y las *vías destapadas*, aunque muestran un cubrimiento generalizado, son más usuales para los reveses con alteritas del periglacial (10 %), los reveses en sedimentitas duras estructurales (14 %), los planos de desborde (10 %) y los niveles medio (21 %) y bajo (11 %) de las terrazas. Los *cortes viales* son propios de la montaña e inciden principalmente sobre los reveses en sedimentitas duras del ambiente estructural (56 %); mientras que los *terraplenes viales* se han concentrado para los planos de desborde (10 %) y para los niveles alto, medio y bajo y el talud de la terraza fluvio-lacustre (14, 31, 16 y % respectivamente).

Las *construcciones discontinuas* se hallan de manera notable encima de los reveses en sedimentitas duras con alteritas del periglacial (13 %), también en los mismos reveses con y sin alteritas del ambiente estructural (21 %), y en los niveles bajo (17 %) y medio (16 %) de la terraza fluvio-lacustre. Las *construcciones continuas* y las *construcciones en altura y profundidad* se congregan predominantemente en el nivel bajo de la terraza fluvio-lacustre (64 y 60 % respectivamente); y finalmente, los *terrenos para el esparcimiento* se distribuyen básicamente en los niveles medio (13 %) y bajo (10 %) de la terraza, y en los planos de desborde (27 %) y las cubetas de decantación (19 %).

Ahora bien, de acuerdo con las figuras 41 y 42, llama la atención en general la gran mixtura e importancia de cubrimiento de las intervenciones antropogénicas sobre el medio geomorfológico natural del altiplano (ambientes fluvio-lacustre y fluvial); patrones y tendencias que responden básicamente a la condición histórica de poblamiento, que se fundamentó en las grandes extensiones de terreno, bajas, planas, de poca pendiente, y con la presencia de los dos ejes fluviales (ríos Bogotá y Frío) que han representado un atractivo y facilidades para la ocupación. No obstante, y basados en la evolución y ubicación de las intervenciones en las últimas décadas, los relieves montañosos vienen adquiriendo una mayor relevancia, y esa relativa homogeneidad que los ha caracterizado se está diseminando, siendo más notoria su antropización en recientes años.

5.3.2 Intervenciones en función de la división territorial

El progreso de las intervenciones antropogénicas y el emplazamiento de los objetos artificiales resultantes han producido en efecto otras pautas y patrones de distribución; que para esta sección se analiza en relación con la división territorial del municipio. Chía se subdivide en ocho veredas y dos zonas urbanas, y cada uno de estos entes ha experimentado y exhibe en ese sentido, para el presente, unos predomios respecto a la conformación de los modelados antropogeomorfológicos.

En primer lugar y de acuerdo con la Figura 39, se resalta aún la importancia de los terrenos semi-preservados, especialmente para las veredas Tíquiza, Fonquetá, Cerca de Piedra, Fusca y Yerbabuena. Sin embargo, para las veredas antes mencionadas, como también para las veredas Fagua y La Balsa, son las intervenciones agrogénicas las que ostentan los más altos porcentajes de cubrimiento municipal.

En segunda medida se observa el relativo equilibrio en la participación de los modelados de minería, industria y residuos; los cuales son un poco más representativos para las veredas La Balsa, Bojacá y Fusca, y se excluyen del Perímetro Urbano de Calahorra.

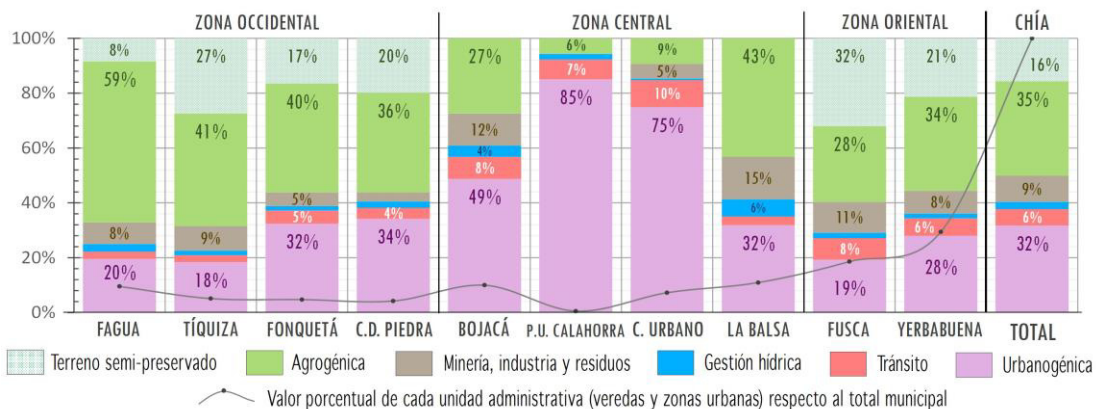


Figura 39. Cubrimiento porcentual de los modelados antropogeomorfológicos agrupados por unidades administrativas municipales
 Fuente: elaboración propia.

Las intervenciones por gestión hídrica, aunque presentes en todas las unidades administrativas, están reducidas principalmente para las veredas Bojacá y La Balsa, con bajos porcentajes de cubrimiento en general. Mientras que, por otro lado, los modelados ligados al tránsito, también situados en todas las unidades administrativas, se acentúan más para las veredas Fusca, Bojacá, el P.U. Calahorra y Centro Urbano.

De este diagrama (Figura 39) se puede distinguir nuevamente la relevancia de las acciones urbanas para Chía; intervenciones que son preeminentes para la zona central en la vereda Bojacá (49 %), P.U. Calahorra (85 %) y Centro Urbano (75 %). Los modelados urbanogénicos presentan una menor participación para los flancos occidental y oriental y el extremo sur del territorio, más sin embargo son de significancia para las veredas Cerca de Piedra (34 %), Fonquetá (32 %), La Balsa (32 %) y Yerbabuena (28 %).

5.3.3 Intervenciones en función de la zonificación ambiental

Otro comportamiento interesante de las intervenciones antropogénicas es la que se gesta en relación con las áreas ambientales definidas por el POMCA (actualización para el año 2018). Gran parte de esta zonificación elaborada por la autoridad ambiental obedece precisamente al accionar antrópico histórico; y su implantación ratifica las vocaciones en los usos del territorio, o, por el contrario, replantea y propone otros usos orientados a la práctica de actividades más adecuadas en términos ambientales.

La Figura 40 confirma en parte lo esperado, que es la distinción significativa, pero no absoluta, de los terrenos semi-preservados (66 %) para la gran categoría Áreas Protegidas. En esta figura normativa que contiene la RFPN y la RFPP, se identifican de manera extraordinaria intervenciones tanto agrogénicas (20 %) como urbanogénicas (11 %), las cuales plantean inquietudes frente al apropiado papel de la protección.

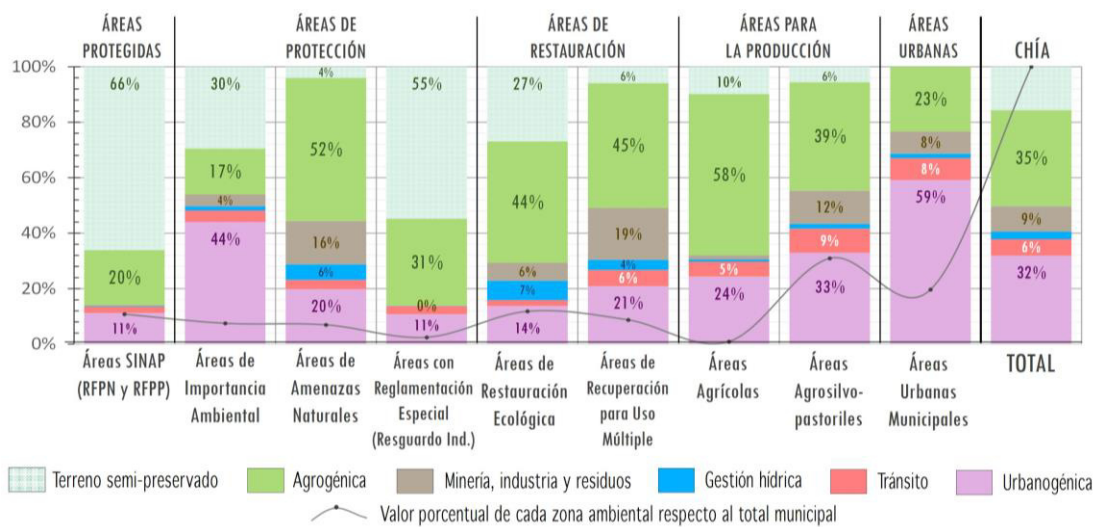


Figura 40. Cubrimiento porcentual de los modelados antropogeomorfológicos agrupados por zonas ambientales del POMCA

Fuente: elaboración propia.

En la gran categoría definida como Áreas de Protección, se hacen más evidentes los procesos de intervención antropogénica. Para las Áreas de Importancia Ambiental priman los terrenos urbanogénicos (44 %), seguido de los terrenos semi-preservados (30 %) y los agrogénicos (17 %). Para las Áreas de Amenazas Naturales son aún más destacados los modelados agrogénicos (52 %), los urbanogénicos (20 %), los de minería, industria y residuos (16 %), y en muy baja proporción los semi-preservados (4 %). Y para las Áreas de Reglamentación Especial, que incluye básicamente el Resguardo Indígena, sobresalen los terrenos semi-preservados (55 %), acompañados por intervenciones de tipo agrogénica (31 %) y urbanogénica (11 %).

En las Áreas de Restauración Ecológica priman los modelados agrogénicos (44 %), asociados a terrenos semi-preservados (27 %) y también con modelados urbanogénicos (14 %). En las Áreas de Recuperación para Uso Múltiple son efectivamente abundantes las intervenciones agrogénicas (58 %), las urbanogénicas (21 %) y las de minería, industria y residuos (19 %).

Para las Áreas Agrícolas, son por supuesto característicos los modelados agrogénicos (58 %), pero con una importante participación de las acciones urbanogénicas (24 %). En las Áreas Agrosilvopastoriles, aunque predominan las intervenciones agrogénicas (39 %), sobresalen también las urbanogénicas (33 %), las de minería, industria y residuos (12 %) y las de tránsito (12 %). Mientras que, para las Áreas Urbanas Municipales, si bien existe una superioridad en conjunto de las acciones urbanogénicas (59 %), de minería, industria y residuos (8 %), y de tránsito (8 %); se mantiene aún un remanente de las intervenciones agrogénicas (23 %) que refieren a procesos de suburbanización.

De la Figura 39 se puede resumir en general que las intervenciones antropogénicas siguen y seguirán siendo predominantes para los entes administrativos centrales, y cuya jurisdicción ocupa esencialmente las geoformas del altiplano; pero con la creciente antropización de los entornos de montaña. De la Figura 40 se valida la reciprocidad entre áreas protegidas y terrenos semi-preservados; entre áreas productivas y acciones agrogénicas; entre áreas para la restauración y la presencia de actividades mineras, de industria y residuos; y entre áreas urbanas e intervenciones urbanogénicas. No obstante, es clara la contradictoria relación entre las áreas de protección y la nutrida participación de todas las intervenciones antropogeomorfológicas, un aspecto que plantea la reflexión sobre el impropio papel que están representando las medidas de protección en el territorio municipal.

5.4 La huella antropogeomorfológica en el municipio de Chía

Para finalizar el presente capítulo, se refieren y describen a continuación los resultados del cálculo de la huella antropogeomorfológica, la cual dimensiona en términos cuantitativos la influencia humana sobre las condiciones superficiales terrestres del territorio en cuestión. Para determinar la huella se emplearon las mediciones ya realizadas en hectáreas con conversión a m^2 , y se estimaron los volúmenes en m^3 del material desplazado para las diferentes intervenciones de excavación y acumulación. Este análisis cuantitativo de la huella se complementó a través del cálculo de sus variaciones porcentuales por modelados antrópicos y periodos, con la valoración de las tasas expresadas en m^3 /persona/año de volumen de material movilizado, y la estimación absoluta de los volúmenes que han afectado a cada geoforma natural. Al final, la descripción se apoya mediante el mapeo de las perturbaciones para el presente (año 2020) en función de la magnitud de los volúmenes.

Para comenzar la Figura 41 muestra los volúmenes totales excavados y acumulados de acuerdo con cada modelado antropogeomorfológico, y evolutivamente para los cuatro años de caracterización. En el diagrama de excavaciones (izquierda) se destaca las *canteras* como la antropogeofoma que ha generado los mayores volúmenes de material extraído en Chía (más de 20 millones de m^3); y se identifica asimismo y en un segundo lugar, a las *construcciones en altura y profundidad* (alrededor de tres millones de m^3) con importantes volúmenes y una alta dinámica extractiva para el periodo 2000-2020. Los *lagos y canales artificiales*, los *cortes por vías* y los *cauces fluviales intervenidos*, si bien representan volúmenes menores de material removido, han sido también formas de excavación trascendentales para la transformación paisajística del municipio. En general, todos estos objetos espaciales antrópicos han aumentado sus registros con el paso del tiempo, y probablemente lo seguirán haciendo tanto en superficie como en volumen a futuro.

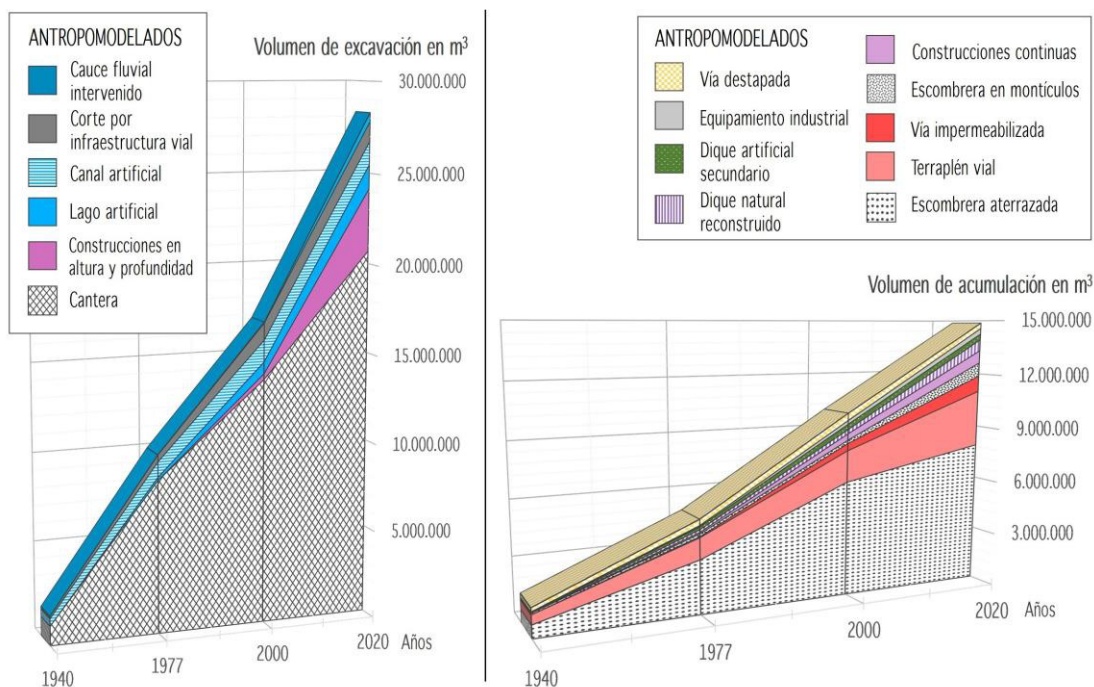


Figura 41. Volúmenes totales de excavación y acumulación de material por modelados antropogeomorfológicos específicos para todo el territorio municipal
Fuente: elaboración propia.

En el esquema de la derecha (Figura 41) se observa por su parte los volúmenes de acumulación, destacándose las *escombreras aterrazadas* (casi ocho millones de m³) y los *terraplenes viales* (un poco más de tres millones de m³); ambos con una dinámica más activa entre los años 1977 y 2000, y con un ligero declive en la depositación para el periodo 2000-2020. Otros modelados que han incrementado los volúmenes de material acumulado desde comienzos del siglo XXI son las *vías impermeabilizadas*, las *escombreras en montículos*, las *construcciones continuas* y los *diques tanto reconstruidos como artificiales* (los cuales regularmente han empleado el material extraído de los cauces intervenidos). La adecuación de *terrenos para el equipamiento industrial* y el desarrollo de *vías destapadas* han sido también importantes agentes de acumulación artificial para el territorio durante los últimos 80 años.

La Figura 42 esclarece un poco más el comportamiento y la dinámica de extracción y acumulación de los modelados antropogénicos en el municipio. La variación porcentual entre los periodos muestra como de 1940 a 1977 fueron más significativas las excavaciones por cortes viales, canales artificiales y canteras; entre 1977 y el año 2000 por lagos artificiales; mientras que para los últimos 20 años fueron los cauces intervenidos y las construcciones en altura y en profundidad los que fundamentaron el aumento de la huella extractiva (más del 900 % de variación para cada modelado).

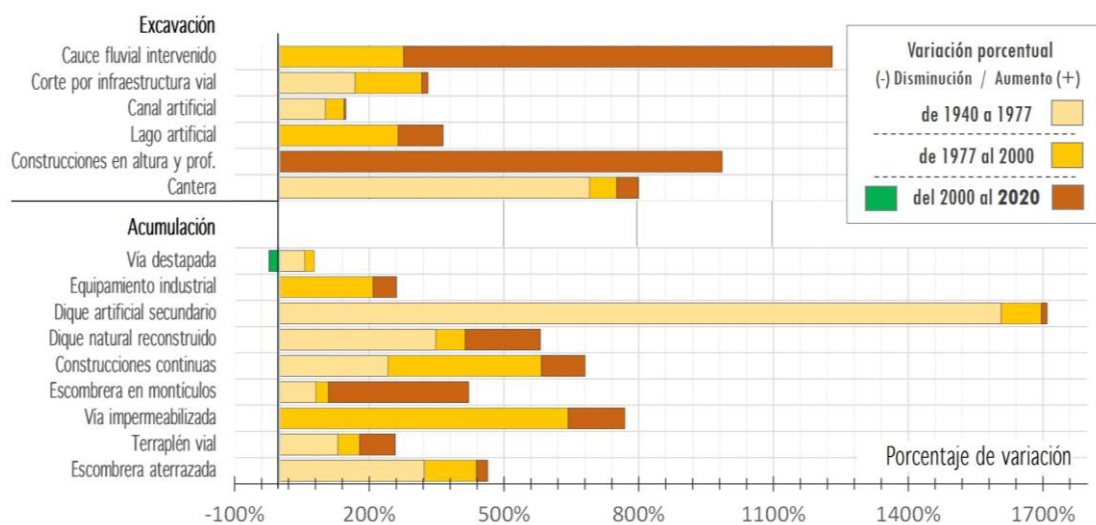


Figura 42. Variación porcentual del volumen de excavación y acumulación entre periodos caracterizados por modelados antropogeomorfológicos específicos

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la acumulación antropogénica, de 1940 a 1977 fueron muy representativas las intervenciones por escombreras aterrazadas, diques reconstruidos y diques artificiales (más del 1000 % de variación); y de 1977 al 2000 fue mayor el despunte para las vías impermeabilizadas (más del 500 %), las construcciones continuas y la adecuación de terrenos para el equipamiento industrial. Para el periodo 2000-2020 son las escombreras en montículos las que mayor dinámica muestran en la conformación de la huella acumulativa; y cabe mencionar aquí la única variación negativa, que se da por la disminución en la construcción de vías destapadas (Figura 42).

Por lo que refiere a las tasas de las huellas (excavación y acumulación para la Figura 43), el comportamiento difiere de los anteriores diagramas; ya que de manera contraria se revelan tendencias de decrecimiento para la mayoría de las categorías de intervención antropogénica (incluido el total). La explicación radica en que las tasas están calculadas en función del número de habitantes, y en ese sentido, el crecimiento poblacional exagerado que ha caracterizado a Chía desde mediados del siglo XX ha enmascarado los aumentos en los volúmenes absolutos.

Así pues, las tasas más altas por excavación se han presentado para las intervenciones de minería, industria y residuos hacia finales de los años 1970 (317 m³/persona/año), y para la acumulación se identifica también estas acciones y ese predominio (115 m³/persona/año). Pese a que estos valores se han reducido para las décadas posteriores, este tipo de intervenciones (minería, industria y residuos) son las que más altas tasas generan todavía para el territorio municipal (138 m³/persona/año de excavación y 60 m³/persona/año de acumulación para el año 2020).

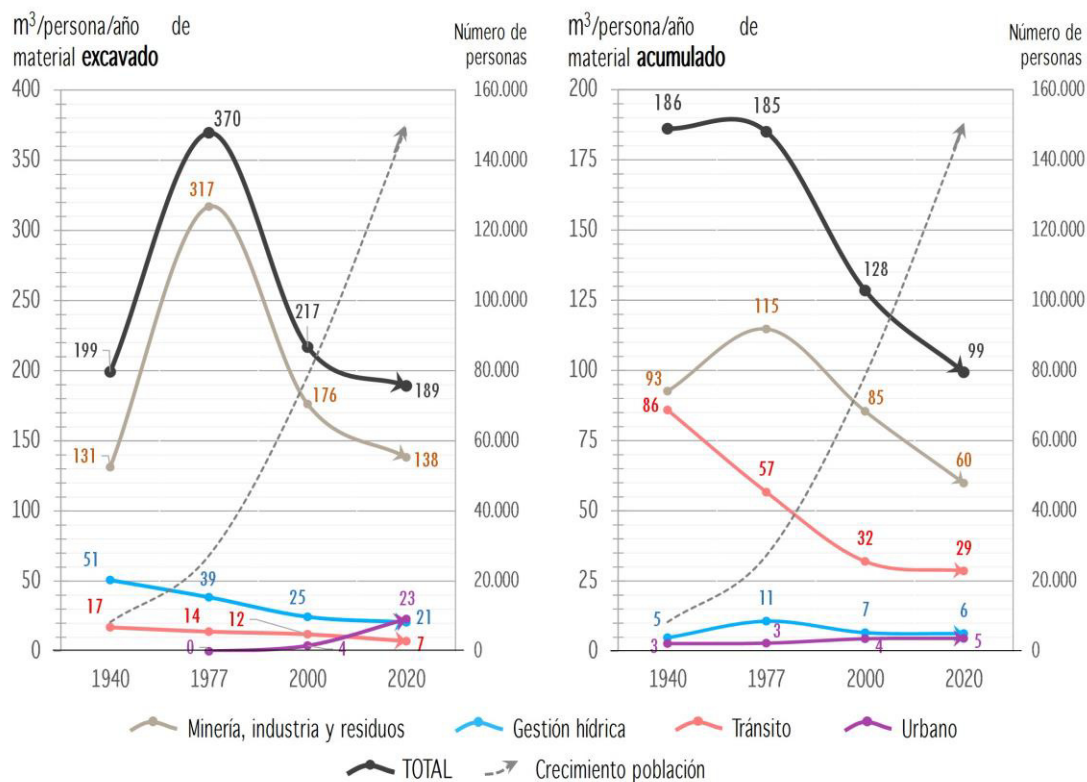


Figura 43. Tasas de la huella antropogeomorfológica por modelados agrupados y por año de caracterización

Fuente: elaboración propia.

Los demás tipos o grupos de intervención muestran comportamientos similares, pero con tasas mucho más bajas; de este modo para el año 2020 se pueden subrayar los valores de 23 m³/persona/año de excavación producidos por la gestión hídrica y los 29 m³/persona/año de acumulación generados por las intervenciones de tránsito. En este punto es necesario referir que existe una notable excepción, ya que las intervenciones urbanogénicas tanto de excavación como acumulación si muestran tasas que se incrementan en años recientes (2000-2020), aunque con cantidades que se consideran también como bajas: 21 m³/persona/año de excavación y 5 m³/persona/año de acumulación para el año 2020.

Respecto a los volúmenes absolutos de la huella antropogeomorfológica, se puede decir que las acciones de excavación y acumulación han impactado en desigual magnitud las morfologías naturales del municipio. Al dilucidar los datos (etiquetas) en la escala logarítmica de la Figura 44, se confirma que las geoformas naturales con mayores intervenciones por excavación para el año 2020 son: los reverses estructurales en sedimentitas duras sin y con alteritas (más de 11 y 6 millones de m³ respectivamente), el frente erosional en sedimentitas duras (2,1 millones de m³), el nivel bajo de la terraza

fluvio-lacustre (2,2 millones de m³) y los vallecitos de montaña (1,6 millones de m³); la mayoría de estas geoformas han sido afectadas por la acción de las canteras, o en el caso de la terraza por las construcciones en altura y profundidad.

Las geoformas naturales más impactadas para el año 2020 por la acumulación de material son por su parte: los planos de desborde (casi 5 millones de m³), el talud de la terraza fluvio-lacustre especialmente al suroriente en los niveles alto, medio y bajo de la misma terraza (0,9, 1,9, y 1,3 millones de m³ respectivamente), y las cubetas de decantación (cerca de 1,7 millones de m³). Las copiosas acumulaciones responden básicamente a la conformación de escombreras aterrazadas y terraplenes viales.

Finalmente, y en relación con las condiciones de disturbio derivadas de las intervenciones humanas, se expone en la Figura 45 un mapa referente a la huella antropogeomorfológica municipal. En este esquema cartográfico se definen cinco rangos cuanti-cualitativos de perturbación, los cuales permiten establecer espacialmente la distribución y magnitud de los volúmenes promedio de excavación y de acumulación. Del mapa sobresale por supuesto la perturbación muy alta por excavaciones, que se localiza al nororiente en el sector La Resaca (vereda Yerbabuena) y en el extremo suroriental sector Altos (vereda Fusca). También las perturbaciones altas y medias por extracciones de material que se diseminan principalmente en el nivel bajo de la terraza fluvio-lacustre, y que corresponden al sector de Fontanar (vereda Bojacá), los alrededores del P.U. de Calahorra, y los sectores Delicias, La PTAR y Samaria (Centro Urbano).

En relación con la perturbación alta por acumulación, esta se concentra al norte en los sectores El Cerrito y Humedales (vereda Yerbabuena) y hacia la zona intermedia de Chía en los sectores La Gran Colombia, La Caro y Teletón (veredas Yerbabuena y Fusca). La perturbación media por depositación antrópica caracteriza a su vez todo el eje vial de la Autopista Norte (incluyendo la vía hacia Zipaquirá), y de manera muy destacada gran parte de las rondas del río Frío y la margen occidental del río Bogotá en los sectores Fontanar, San Jacinto, Granjas de Guaymaral (vereda La Balsa), entre otros.

La perturbación baja por excavación muestra en general relaciones con el sector rural tradicional del territorio y su distribución se da hacia los extremos del municipio: al occidente en las veredas Fagua, Tíquiza y Fonquetá, al norte en la vereda Bojacá, al sur en la vereda La Balsa, y al oriente en zona montañosa de las veredas Yerbabuena y Fusca. La perturbación baja por acumulación muestra en contraste relaciones con las dinámicas urbanas, principalmente concentradas en el Centro Urbano. El resto del territorio presenta o perturbaciones muy bajas con movimientos de material poco significativos, o alberga espacios sin perturbaciones morfológicas evidentes especialmente en la montaña (media y alta).

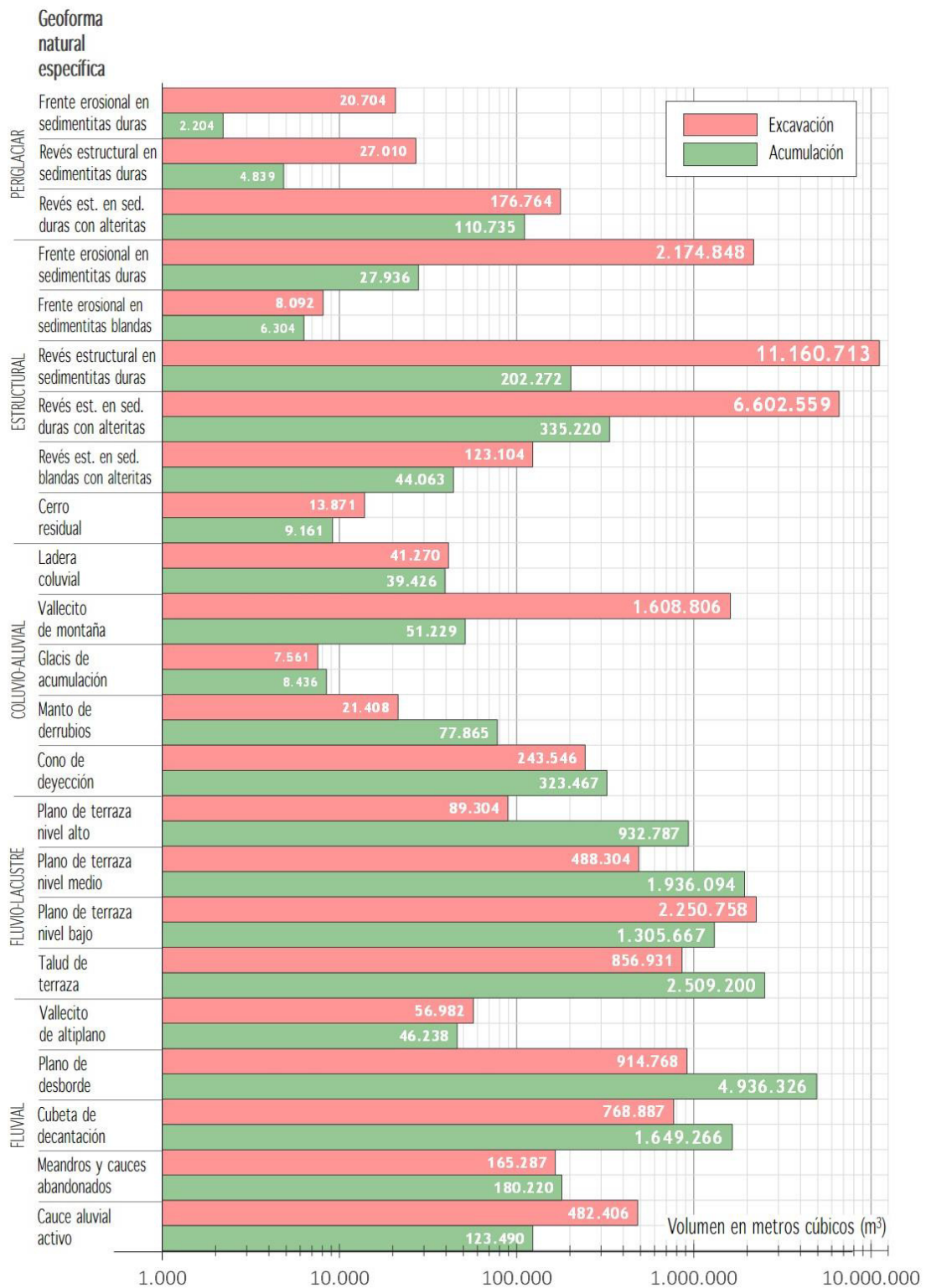


Figura 44. Volúmenes absolutos de excavación y acumulación para el año 2020 por geoformas naturales específicas

Fuente: elaboración propia.

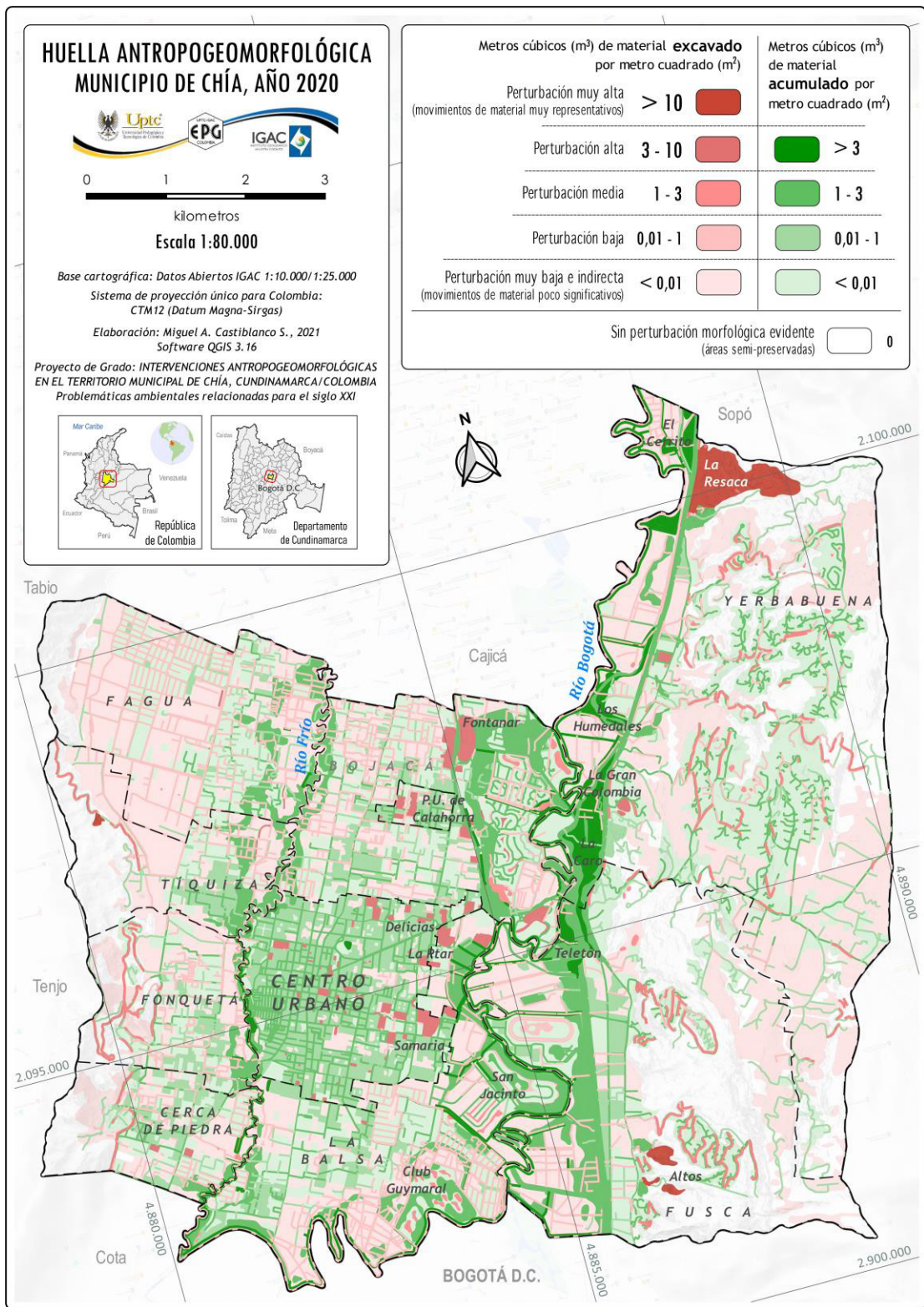


Figura 45. Mapa de la huella antropogeomorfológica para el año 2020
 Fuente: elaboración propia.

6. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES RELACIONADAS

Las acciones descritas en el capítulo cinco han derivado a través del tiempo en importantes desequilibrios no solo para el contexto geomorfológico natural, sino en general para los diferentes escenarios territoriales del municipio. En el presente capítulo y a partir de la revisión documental cualitativa se establecen las principales causas, actores, consecuencias y determinaciones respecto a las intervenciones antropogeomorfológicas para las últimas dos décadas (siglo XXI); y en ese sentido, se matizan las principales problemáticas ambientales asociadas con este fenómeno geográfico: impactos, riesgos y conflictos.

La Figura 46 resume de esta manera los resultados de la lectura y codificación documental; y en función de las problemáticas ambientales relacionadas con las intervenciones, muestra en un primer acercamiento gráfico y a nivel municipal la relevancia de ciertos procesos, acciones, objetos, actores, lugares y demás. De este esquema se resalta la importancia que representan sitios como los ríos Bogotá y Frío; aspectos como el POT, los usos y los riesgos; procesos como las inundaciones; acciones como la construcción, explotación, contaminación, expansión y protección; así como los múltiples elementos u objetos involucrados y afectados: agua, suelo, ríos, humedales, cerros, rondas, viviendas, ecosistemas, quebradas, chucuas, entre otros.



Figura 46. Nube de palabras predominantes en la codificación documental

Fuente: elaboración propia en el software *ATLAS.ti*.

El tamaño de la palabra refiere a su frecuencia e importancia en las citas codificadas.

Las citas codificadas obtenidas mediante el análisis documental permitieron asimismo esquematizar la red gráfica del APÉNDICE I, la cual representa de forma complementaria los principales vínculos de causalidad y de consecuencias de las intervenciones antropogénicas y sus problemáticas ambientales. Del análisis textual y del resultado gráfico se ha definido en síntesis las siguientes particularidades y circunstancias:

6.1 Causas y actores involucrados en la antropización geomorfológica

El *desarrollo económico* se corrobora como la causa estructuradora primordial de las intervenciones antrópicas, y la *corrupción* sobresale como una acción negativa dinamizadora que incide en la toma de muchas decisiones político-territoriales. Derivadas de estas raíces, los resultados también enfatizan en las siguientes causas o acciones determinantes para la antropización geomorfológica municipal:

- *Crecimiento y concentración poblacional*: por la dinámica socioeconómica histórica y la migración regional (Alcaldía de Chía, 2015), la presión demográfica se manifiesta principalmente sobre los suelos planos y la tierra del sector rural del municipio (Alcaldía de Chía, s.f.; Ávila, 2017), albergando las mayores cantidades de habitantes por km² en la región (Universidad de La Sabana, 2018).
- *Expansión urbana, suburbanización y conurbación*: directamente relacionados con el aumento poblacional, la actividad constructiva y el desarrollo comercial (Alcaldía de Chía, 2020a), estos procesos encarnan parte de la metropolización regional dada por la capital (CAR, 2019a). La expansión urbana en general es desordenada (CAR, 2017c); la suburbanización muy común sobre las márgenes de protección ambiental del río Bogotá (Contreras, 2017), las rondas del río Frío (Soler, 2018) y en las zonas rurales de los cerros orientales (Alcaldía de Chía, 2013b); la conurbación muy característica de los principales ejes viales que dirigen a los municipios de Cota y Cajicá (CAR, 2019a) y con manifiestas implicaciones en los cambios de los usos del suelo (Vargas y Cifuentes, 2006).
- *Planificación irregular e ineficiencia administrativa*: estas causas radican en deficiencias para la toma de decisiones territoriales desde las autoridades administrativas y ambientales. El caso distintivo en el municipio lo representa el POT, adoptado desde el año 2000 y que ha seguido en general un modelo de ciudad residencial; la revisión, ajustes y modificaciones al POT han generado grandes discrepancias por favorecer al sector constructor (El Tiempo, 2014; Soler, 2018), lo que derivó en su suspensión (El Espectador, 2019b) y en la formulación actual de un nuevo instrumento de ordenamiento municipal que al parecer enfrenta y da solución a la crisis del desarrollo social y ambiental (El Periódico de Chía, 2020c).

- *Volteo de tierras y licenciamiento polémico*: asociadas a la anterior causa, estas acciones han avalado el cambio en los usos de la tierra y su respectiva intervención mediante arreglos en los instrumentos de planeación; en la mayoría de los casos con connotación geomorfológica y ambientalmente perjudiciales. En Chía se destacan las denuncias a la administración por el volteo de tierras para construcción debido a los ajustes en el POT (El Periódico de Chía, 2017; El Espectador, 2019b), el licenciamiento polémico sobre áreas de la Estructura Ecológica Principal EEP (Domínguez y Nossa, 2019), y otros como el relleno inadecuado del humedal Chucua de Fagua (Registro Urbano, 2018; El Espectador, 2019a).
- *Cambios controversiales en los usos del suelo*: relacionada igualmente con las anteriores, esta causa da cabida a gran parte de los procesos de intervención y transformación geomorfológica en el territorio. En el transcurso del siglo XXI se destacan los cambios en las coberturas forestales de la EEP (Alcaldía de Chía, s.f.), con fines agropecuarios en zonas de reserva (RFPP) (CAR, 2018b); aquellos relacionados con la vivienda suntuaria (Guerrero, 2019), y todos los asociados con la industrialización (CAR, 2017a) y la urbanización, es decir, la “cementación” (Vargas y Cifuentes, 2006). En los últimos 20 años la mayoría de los cambios han sido amparados por la normativa territorial y sus anomalías, y desarrollados por propietarios, afectando principalmente cuerpos de agua, humedales, la red de drenaje y las rondas hídricas (Alcaldía de Chía, 2020a).

Respecto a los actores implicados en la antropización geomorfológica, el análisis de información define y recalca en los siguientes:

- *Actores institucionales*: es muy representativo el papel principal de la *Alcaldía* y *el Concejo municipal*, especialmente por ser los responsables de varias de las intervenciones (obras viales, red de servicios) y por mediar en otras (p.e la construcción de viviendas); la participación de estos actores para cada periodo administrativo se ha caracterizado más por las decisiones conflictivas, el descontento ciudadano (El Periódico de Chía, 2018c), y en general, por la falta de claridad y las contradicciones en el modelo de ocupación territorial (El Periódico de Chía, 2020a). Asimismo, se resalta el rol de la *CAR* como autoridad ambiental, cuyas intervenciones se han centrado en dar alcance a la construcción de las PTAR (CAR, 2019b), en guiar la recuperación de las rondas hídricas (CAR, 2014) y en desplegar las obras hidráulicas para controlar los desbordes fluviales en el municipio (El Periódico de Chía, 2019), todo en cumplimiento de la Sentencia del Río Bogotá establecida por el *Tribunal de Cundinamarca* (Consejo de Estado, 2014). Estas acciones han generado también debates significativos entorno a la degradación ambiental de Chía (El Tiempo, 2016; El Periódico de Chía, 2018c; Semana, 2020).

Otros actores enmarcados y que responden a la institucionalidad corresponden a la *Concesión AcceNorte* encargada de la construcción de la Troncal de Los Andes, obra sometida a discusión por la afectación ecosistémica (AcceNorte, 2021); y al *Consortio Ambiental Chía*, el cual es responsable de la adecuación de las obras de la PTAR II, y que entabló algunos conflictos con la comunidad local (El Periódico de Chía, 2018b).

- Actores privados: dentro de este grupo son relevantes los *propietarios privados*, con injerencia en las intervenciones mineras, industriales y de vivienda (Alcaldía de Chía, s.f.); el *sector inmobiliario constructor* que ha tenido un peso muy destacado en las transformaciones urbanogénicas municipales, con un profundo interés particular comercial (Gil y Chacón, 2018) y el beneplácito de la normatividad de ordenamiento territorial (Arévalo, 2019). Además, sobresale el gremio floricultor cuyas actividades tienen importantes efectos sobre la demanda de recursos por la edificación de invernaderos y canales (vallados) (CAR, 2006, 2017c).
- Actores locales y denunciantes: más que agentes de intervención son actores afectados por la dinámica de transformación espacial. La exploración documental refiere así a la *ciudadanía residente local*, pero detalla en: el *campesinado agricultor* el cual desaparece, es desplazado (El Espectador, 2015) y enfrenta en mayor grado la presión urbanizadora (Ávila, 2017; Soler, 2018); en la *comunidad indígena* cuyo resguardo y reserva han estado afectados por la deforestación, la excavación ilegal (guaquería) (El Tiempo, 2021), la construcción de vías (CAR, 2017b) y la expansión de unidades residenciales (Jaramillo y Sicard, 2017); y en las *veedurías ciudadanas, colectivos de activistas y grupos académicos*, quienes han denunciado de diversas maneras las anomalías y el inconformismo respecto a la desprotección ambiental del municipio (Soler, 2018; El Periódico de Chía, 2018c).

6.2 Consecuencias ambientales de las acciones antropogeomorfológicas

El esquema de red (APÉNDICE I) muestra adicionalmente la conexión entre intervenciones y la manifestación de problemáticas ambientales. De acuerdo con el análisis documental las siguientes son las principales implicaciones en términos de impactos, riesgos inducidos y conflictos detonados por la antropización geomorfológica municipal:

6.2.1 Impactos ambientales generados

Los impactos asociados con las intervenciones antropogeomorfológicas son diversos y complejos (Figura 47), no obstante, a partir del análisis se identificaron cinco grandes categorías o tipologías que se registran a continuación:

- *Alteración en flora y fauna:* aunque es generada en principio por las acciones agrogénicas, se relaciona también con las restantes intervenciones: industriales, mineras, hidráulicas, urbanas, etc. Abarca la deforestación generalizada sobre el altiplano (CAR, 2017d) de alto impacto para las rondas hídricas (Poloche, 2015) y la degradación del bosque hacia los cerros (reserva) (Cortes y Rubio, 2016) con la respectiva fragmentación ecosistémica (Domínguez y Nossa, 2019); también la reforestación con especies exóticas (Alcaldía de Chía, 2016b) y la pérdida de biodiversidad (CAR, 2017a). Su principal repercusión geomorfológica es el deterioro del suelo expuesto, con la desaparición de fuentes hídricas y el incremento de los procesos erosivos y de sedimentación (Alcaldía de Chía, s.f.; IGAC, 2006; CAR, 2006, 2018b).
- *Contaminación ambiental:* las diferentes acciones antropogeomorfológicas han implicado y condicionan a la par el aumento de la contaminación del territorio. La minería extractiva de canteras (Talero, 2016), las intervenciones agroindustriales e industriales (CAR, 2017c), y la ocupación urbana residencial (Aguilar, 2019), son en conjunto responsables de los vertimientos residuales contaminantes que llegan a fuentes hídricas y afectan los reducidos ecosistemas naturales (Alcaldía de Chía, s.f.; Guerrero, 2019). Sobre el suelo y subsuelo municipal, principalmente al margen de las corrientes fluviales, los rellenos (legales e ilegales) implican la disposición y degradación de desechos sólidos (escombros, lodos, basuras) que contaminan aún más los medios hídrico, edáfico, biótico, litosférico y atmosférico (Alcaldía de Chía, 2020a). De manera particular es necesario referir aquí las obras de tratamiento para aguas residuales PTAR (I y II), cuyo propósito en contraste, es la descontaminación de los ríos Bogotá y Frío en cumplimiento de la Sentencia del Río Bogotá (Alcaldía de Chía, 2016b).
- *Cambios en la escorrentía y sedimentación:* obras regionales como los embalses del Neusa, Sisga y Tominé, y la intrusión antrópica en la cuenca alta de los sistemas Bogotá y Frío, han modificado los regímenes de escorrentía y sedimentación de los ambientes fluviales en Chía. Sin embargo, intervenciones a nivel local como las actividades pecuarias (ganadería), la red de vallados (canales), el sistema vial y la infraestructura urbana (incluyendo alcantarillado), han derivado igual en la reducción de la infiltración hídrica en los suelos (impermeabilización) y en el incremento y concentración de la escorrentía superficial (CAR, 2018a; Afanador, 2019). La reducción de la vegetación (IGAC, 2006), las prácticas agropecuarias, la minería (canteras), los rellenos (escombreras), los cortes viales, las vías destapadas y las adecuaciones hidráulicas (rectificaciones, dragados, elevación de diques), influyen también sobre la escorrentía, pero además desencadenan aumentos en los procesos erosivos y de sedimentación (Alcaldía de Chía, s.f.; Soler, 2018).



Figura 47. Ejemplos de impactos asociados a las acciones antropogeomorfológicas

Fotografías: Miguel A. Castiblanco S. (2019; 2020; 2021).

*Para la localización de los ejemplos ver el APÉNDICE D

- *Desecamiento de humedales*: tal como se indicó en el capítulo cinco, las acciones humanas sobre los humedales municipales son centenarias, siendo muy dinámicas en las últimas décadas por la presión de la urbanización y los cambios en los usos del suelo. El impacto por desaparición de estos ecosistemas ha afectado las rondas de las corrientes en las zonas de montaña (Alcaldía de Chía, 2013a; 2013b), pero son más habituales para las márgenes inundables de los ríos Bogotá y Frío (Quijano, 2012). Las adecuaciones hidráulicas (Semana, 2020), los terraplenes viales, la falta de mantenimiento de vallados y los rellenos con escombros son los principales promotores hacia la pérdida de estos entornos. En la actualidad los casos más reconocidos de estas afectaciones se precisan para los alrededores de la Universidad de La Sabana (Castro y Zambrano, 2019), y los sectores Chucua de Fagua (Anecopura, 2017) y Troncal de Los Andes (El Espectador, 2021a).
- *Degradación del suelo*: las actividades agropecuarias con inadecuadas prácticas provocan en general el deterioro de los suelos; que en las zonas bajas y planas derivan en la compactación de grandes extensiones, mientras que en los cerros orientales y occidentales del territorio ocasionan el aumento de la erosión, principalmente de tipo hídrica laminar (Alcaldía de Chía, s.f., 2013a). Las intervenciones agroindustriales alteran las propiedades de los suelos por el uso de agroquímicos (Guerrero, 2019), y la minería de canteras lo remueven para acceder al sustrato rocoso. En el altiplano, las construcciones industriales, urbanas y viales no solo sepultan este importante recurso e impermeabilizan amplias superficies, sino que con mayor frecuencia lo eliminan mecánicamente (Guerrero, 2019) para el desarrollo de grandes obras en altura y profundidad (edificios, subterráneos, terraplenes, puentes, jarillones); estas acciones representan en conjunto y drásticamente la pérdida irrevocable de suelos con alta capacidad y vocación agrícola (Cristancho, 2010).

6.2.2 Riesgos ambientales inducidos

Los fenómenos amenazantes pueden ser inducidos por la variable antrópica, cuyas actividades provocan alteración de los procesos geomórficos; y en ese sentido, situaciones de riesgo (Figura 48); estas condiciones ambientales aumentan además por la creciente exposición y vulnerabilidad de la población municipal y sus bienes. El examen documental permitió así puntualizar y sintetizar sobre los siguientes riesgos:

- *Por remoción en masa*: históricamente se han presentado eventos de magnitudes menores en los cerros de las veredas Yerbabuena, Fusca y Cerca de Piedra (Resguardo Indígena) (Alcaldía de Chía, 2020c); en especial durante las épocas “invernales” (Alcaldía de Chía, 2020a), y que corresponden a espacios propios de los ambientes

coluvio-aluviales, estructurales y periglaciares descritos en el capítulo cuatro. No obstante, el riesgo ante estos eventos (principalmente deslizamientos y derrumbes), aumenta constantemente por el remplazo del bosque a pastos, a coberturas agrícolas y a actividades de extracción minera (Burgos y Reina, 2015); por el uso intensivo del suelo en agricultura y el sobrepastoreo (Poloche, 2015); y por la mala calidad en los sistemas constructivos de las viviendas y obras instaladas en zonas de fuerte pendiente (Alcaldía de Chía, s.f.). Como se observa en la Figura 48, las intervenciones por canteras, cortes viales y escombros dispuestos en laderas inclinadas y escarpadas incrementan el riesgo y la potencial afectación por movimientos en masa.

- *Por inundaciones lentas:* los ambientes fluviales del municipio (márgenes de los ríos Bogotá y Frío) se encuentran sujetos a las dinámicas de crecientes, desbordes lentos y anegamientos prolongados, tal como se describió en el capítulo cuatro. Sin embargo, este comportamiento natural se halla con mayor frecuencia influenciado por las intervenciones humanas, las cuales a nivel regional (cuenca alta) y local han desestabilizado los regímenes en los flujos e impactado las áreas de amortiguación de la escorrentía superficial.

La tala y quema de los bosques en las vertientes altas, la inadecuada disposición de desechos y basuras sobre los cauces (Mejía y Chicué, 2014), la reducción de las zonas de alivio (Alcaldía de Chía, s.f.) con disminución de meandros y humedales (Quijano, 2012; Duran y Suárez, 2013) y la eliminación de la sinuosidad en los cursos fluviales (Afanador, 2019), han sido factores determinantes para el incremento del riesgo ante las crecidas periódicas (Castro y Zambrano, 2019). La indebida ocupación de las rondas hídricas en Chía ha derivado a la par en la amplificación del riesgo por la impermeabilización del suelo con viviendas, vías, andenes y parques (Burgos y Reina, 2015; Afanador, 2019), y durante la temporada de lluvias por el taponamiento (Quiñones, 2019) y el colapso de la deficiente red de alcantarillado construida por debajo de las cotas de inundación (Ávila et al., 2015), lo que impide el drenaje rápido y natural de las aguas.

En las últimas dos décadas sobresalen los eventos de inundación para el año 2006 y el periodo 2010-2011 (Fenómeno La Niña), los cuales impactaron importantes sectores poblados como: Arrayanes, Alameda de Riofrío, Ibaro I y II, La Lorena, San Luis (El Tiempo, 2006), Puente La Balsa, Autopista en Teletón (Universidad Nacional de Colombia - CAR, 2011), la Universidad de La Sabana (El Espectador, 2011a), Monguibello, San Jacinto, la Avenida Chilacos, Las Acacias, el Club Campestre Río Frío, entre otros (Alcaldía de Chía, 2020b). En general, la adecuación de diques realizada con antelación impidió que zonas potencialmente inundables se anegaran durante estos eventos (Camacho et al., 2015); y después de los grandes

desbordes de 2011, muchos propietarios de viviendas, fincas e instituciones ubicadas en las rondas instalaron jarillones con el aval de las autoridades municipales y ambientales, pero sin los parámetros para la construcción de estas obras (Duran y Suárez, 2013). Recientemente, y por orden de la Sentencia del Río Bogotá, la CAR viene adelantando obras de adecuación hidráulica para evitar futuros desbordes (CAR, 2018c) y de esta manera reducir los riesgos (Figura 48).

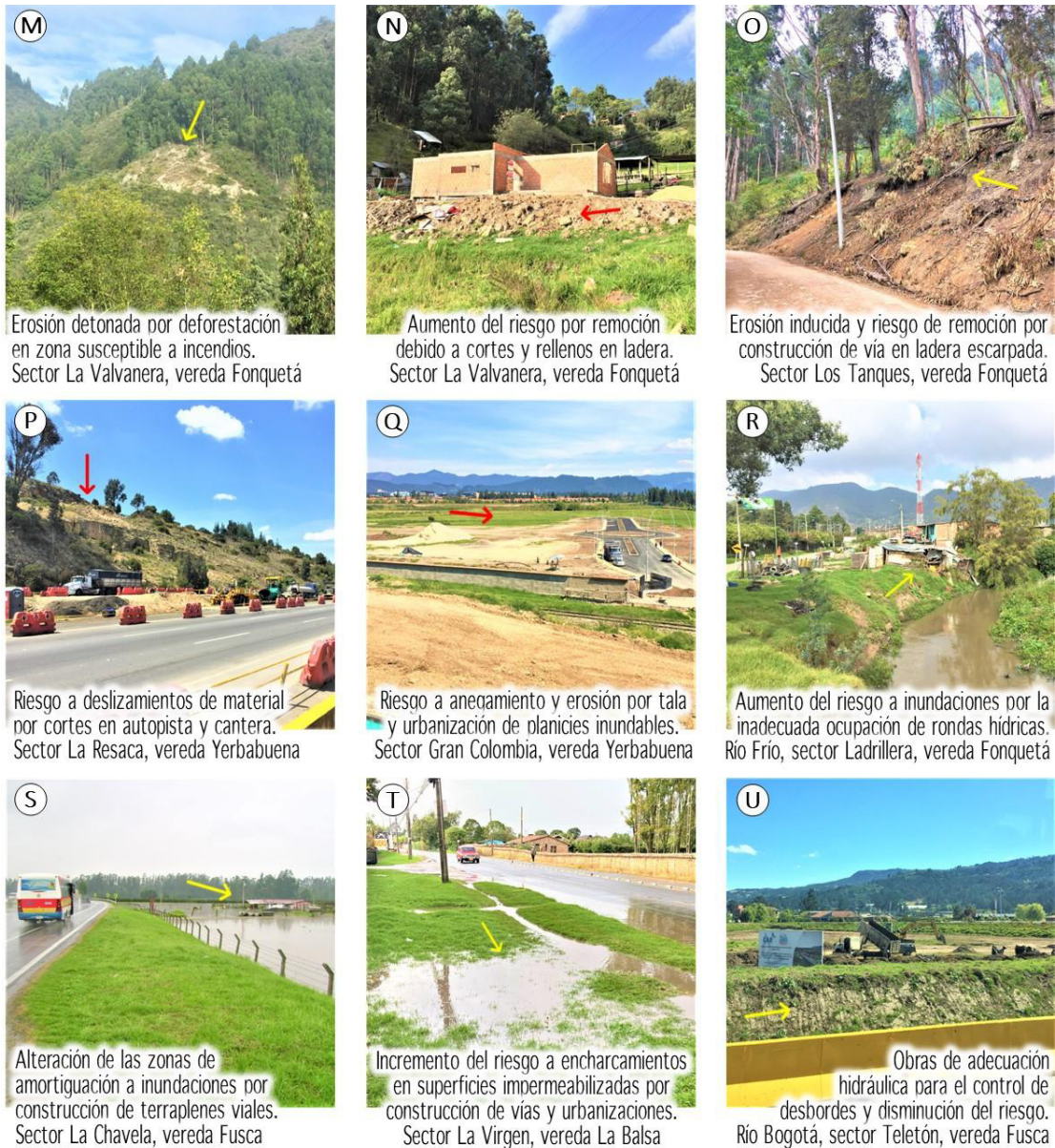


Figura 48. Ejemplos de la influencia antropogeomorfológica en las condiciones de riesgo

Fotografías: Miguel A. Castiblanco S. (2019; 2020; 2021).

*Para la localización de los ejemplos ver el APÉNDICE D

- Otros riesgos: es importante referir la potencial ocurrencia de *avenidas torrenciales* para las geoformas del ambiente coluvio-aluvial (capítulo cuatro), en los cuales se han construido viviendas y vías, y se han desarrollado actividades agropecuarias y de extracción minera que provocan aportes de material por movimientos en masa (Alcaldía de Chía, 2013a; CAR, 2019a). De otro lado en los cerros tanto orientales como occidentales la amenaza por *incendios forestales* es significativa (Alcaldía de Chía, 2020a, 2020c), y se relaciona para los últimos años y en la mayoría de los casos con la deforestación y fragmentación del bosque (Cortes y Rubio, 2016), como también con el desarrollo urbanístico y vial (Alcaldía de Chía, 2013a; Burgos y Reina, 2015), cuya cercanía y contacto con la cobertura vegetal aumenta el riesgo y son la causa principal de los conatos e incendios (CAR, 2018c).

6.2.3 Conflictos ambientales detonados

A nivel local se han gestado diversos conflictos de contenido ambiental relacionados con las intervenciones, los impactos y los riesgos inducidos. Para las dos primeras décadas del siglo XXI estos desacuerdos territoriales comprenden en esencia los asociados con el inadecuado y controversial uso del suelo, en los que generalmente se han transgredido las normas de planeación y se han desarrollado discrepancias entre los actores implicados. A continuación, se resumen los principales conflictos relacionados con la antropización geomorfológica en Chía:

- *Malestar por las explotaciones mineras*: aunque refiere a pequeños altercados de baja divulgación, este conflicto es muy relevante por la intervención de entornos de protección en la montaña sobre los 2.650 m s. n. m. (Castro y Zambrano, 2019), como lo es la reserva RFPP en la vereda Yerbabuena; asimismo por algunas deficiencias técnicas y legales de operación (Talero, 2016), y por la afectación a residentes colindantes debido al ruido y la contaminación (Mendoza, 2014). En la vereda Fusca (Figura 49 A) la discordia se ha centrado en las explosiones prohibidas, denunciados por las JAC y los colegios adyacentes, quienes además acusan la falta de acción por parte de las autoridades ambientales y mineras (El Periódico de Chía, 2015a).
- *Degradación ambiental del Resguardo Indígena*: amparado en el Acuerdo 315 (INCODER, 2013), el resguardo posee un poco más de 200 hectáreas comunales destinadas principalmente a la conservación del bosque y los cultivos en huertas (Jaramillo y Sicard, 2017). Sin embargo, este territorio, su entorno y habitantes se han enfrentado constantemente a la deforestación sin licenciamiento, a la degradación ecosistémica generada desde los caminos y vías turísticas que conducen al sector de La Valvanera (CAR, 2017b) (Figura 49 B); a las prácticas de guaquería ilegal con el uso de maquinaria excavadora (El Tiempo, 2021); a los

incendios forestales inducidos antrópicamente (Burgos y Reina, 2015); a la presión y expansión de unidades residenciales (Jaramillo y Sicard, 2017); al aumento del riesgo por la construcción no óptima en las laderas inestables de los cerros (Alcaldía de Chía, 2020c); y a la posibilidad de intervención institucional para la construcción de una troncal vial (Pachón, 2014), situación que ha derivado en movilizaciones y protestas por parte de la comunidad afectada (El Periódico de Chía, 2015b).

- *Afectaciones socioeconómicas por inundaciones*: refiere básicamente a la crisis del periodo 2010-2011, cuando las inundaciones lentas recurrentes ratificaron la gran problemática entorno a la ocupación indebida de las rondas hídricas del municipio (CAR, 2018c). En los desbordes del 2006 muchos barrios fueron afectados por el desbordamiento del río Frío y la saturación de la red de alcantarillado (El Tiempo, 2006); pero entre 2010 y 2011 se evidenció que el conflicto era mayor, básicamente por la reducción intensa de las zonas de alivio o amortiguación (Alcaldía de Chía, 2020a). El impacto de los desbordes durante ese periodo incidió ampliamente en los aspectos socioeconómicos, con cerca de 3.350 viviendas afectadas, una disminución de las actividades comerciales, inmobiliarias y de transporte, y el incremento en los tiempos de desplazamiento de los habitantes (Alcaldía de Chía, 2013a).

El rebose de las aguas afectó la economía campesina y tuvo repercusiones en granjas, cultivos de flores, el pastoreo, la ganadería lechera y los galpones avícolas (Ramírez y Benavides, 2013); los más perjudicados fueron floricultores y dueños de predios residenciales adyacentes a los ríos (Duran y Suárez, 2013). Muchas instituciones educativas como la Universidad de La Sabana, zonas comerciales como Centro Chía (El Espectador, 2011a) y proyectos de construcción sufrieron pérdidas económicas significativas (CAR, 2019a); la mayoría de los espacios edificados sobre el plano de inundación, con conjuntos residenciales, parqueaderos, apartamentos, casas, parques y varias vías de acceso terminaron anegados (El Espectador, 2011a) (Figura 49 C).

Durante la crisis el conflicto se fraguó por el claro deterioro en la calidad de vida de los habitantes (CAR, 2018c), el hacinamiento, la difícil comunicación y los malos olores por el colapso del alcantarillado y las aguas contaminadas estancadas (Mejía y Chicué, 2014; Ávila et al., 2015). Otro hecho que se sumó al conflicto fueron las medidas de varios particulares, quienes sin importar el daño construyeron barreras (jarillones) al interior de los conjuntos, y trasladaron el problema a otras viviendas ubicadas aguas abajo (Ávila et al., 2015). Tras días y noches bajo la situación crítica, muchos habitantes denunciaron la ineficaz atención de la emergencia por parte de la administración municipal, y resaltaron la ausencia de políticas gubernamentales para enfrentar un problema que se venía veniendo (Caracol Radio, 2011).

- *Obras polémicas PTAR I y II*: La planta de tratamiento de aguas residuales I se construyó en el año 1989 (Alcaldía de Chía, 2020a), sobre la margen derecha del río Bogotá (CAR, 2006); y durante los años de operación, las lagunas antrópicas se fueron cercando progresivamente por la construcción de viviendas y equipamientos (Castro y Zambrano, 2019). Debido al crecimiento urbano e industrial la PTAR I fue perdiendo su capacidad de tratamiento, y por el rezago tecnológico empezó a incumplir las normas con la respectiva generación de olores nocivos para la población (Alcaldía de Chía, 2016b).

A finales de la primera década del siglo XXI los malos olores afectaban a cerca del 20 % de los habitantes de Chía, y varios actores comerciales impactados, interpusieron acciones populares que no progresaron (El Tiempo, 2009). Para la segunda década, el estudio de Rodríguez (2016) indicó como los lodos extraídos de la laguna facultativa eran depositados en un área adyacente sin ningún tratamiento, con la potencial y grave contaminación del suelo (Figura 49 D). Con el transcurrir de los años la ineficiente operación de la PTAR I ha desvalorizado los predios vecinos con consecuencias económicas negativas (Aguilar, 2019); y los veedores y auditores que realizan el control manifiestan que las autoridades no han logrado dar una adecuada solución al conflicto, y que por el contrario malgastan cuantiosas sumas de dinero en las tareas de modernización (El Periódico de Chía, 2020d).

Por su parte, la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales II ha generado también conflictos, especialmente por las irregularidades administrativas, financieras (El Espectador, 2018; El Periódico de Chía, 2020c) y la factible corrupción (El Tiempo, 2018b). La Alcaldía Municipal y la CAR han liderado esta intervención cuya finalidad es combatir la contaminación hídrica del río Frio, y así dar una mejora y beneficio en cuanto a la calidad del agua (Moreno y D'Pablos, 2019) en cumplimiento de la Sentencia del Río Bogotá (Consejo de Estado, 2014); pero, han causado el descontento entre los pobladores locales del sector Las Juntas (vereda La Balsa), quienes se han quejado de la poca participación ciudadana, la anormal socialización y la incertidumbre de construir la obra en terrenos inundables (Soler, 2018; El Periódico de Chía, 2018a; 2018b) (Figura 49 E).

Como resultado la comunidad ha bloqueado las vías alegando la futura pérdida de la tranquilidad (El Espectador, 2018) y manifiestan haber tenido enfrentamientos por la presencia del Consorcio Ambiental responsable de la obra (El Periódico de Chía, 2018b). La autoridad municipal actual en nombre de la nueva administración ha ofrecido disculpas a la comunidad por las arbitrariedades infringidas; y la obra en el presente se encuentra en su última etapa (El Periódico de Chía, 2020b).

- *Inconformismo por las adecuaciones hidráulicas:* otras intervenciones conflictivas son las obras de adecuación hidráulica que viene desarrollando la CAR sobre las márgenes fluviales, principalmente para el río Bogotá. De acuerdo con Gaviria (2016 citado por Soler, 2018), estas acciones consisten en la tala de vegetación, los dragados, disposición de sedimentos en los bordes, perfilado de taludes y construcción de jarillones y muros de contención, que, si bien minimizan los riesgos ante inundaciones, contradicen el manejo ambiental de los ecosistemas de humedales al impedir los desbordes (Figura 49 F).

En 2014 los ajustes morfológicos generaron controversia, ya que según la Contraloría y la Alcaldía fueron obras inútiles para un sector del río Frío (El Tiempo, 2016). Recientemente, la ciudadanía en cabeza de ambientalistas y grupos académicos, han realizado plantones y protestas pacíficas detallando sobre las implicaciones ecosistémicas negativas de las obras, en el despilfarro económico que representan y en el desastre ambiental que causan (Semana, 2020).

Las obras de adecuación hidráulica según la CAR soportaran a futuro crecidas hasta de 100 años de periodo de retorno (CAR, 2017d); sin embargo, los habitantes denunciantes no solo de Chía sino de la región, sostienen que no están en contra de la mitigación ante el riesgo, más no comparten las alteraciones ambientales generadas y desconfían de la prometedora restauración ecológica (El Tiempo, 2020).

- *Ecocidio del humedal Chucua de Fagua:* después de los ajustes y modificaciones al POT municipal en 2016, varios ciudadanos entre veedores, activistas y colectivos empezaron a denunciar la grave intervención morfológica que se estaba gestando sobre el humedal Chucua de Fagua, un espacio del ambiente fluvial occidental adyacente al río Frío con paleocauces antropizados. El curso de agua de la chucua (vallados) y su entorno se vio afectado por los rellenos de escombros en septiembre de 2017 (Alcaldía de Chía, 2020c), y en días posteriores mientras las autoridades resolvían el tema legal, las intervenciones aceleraron el paso y muchas zonas del humedal se taponaron con vegetación en descomposición (El Espectador, 2019a).

La CAR impuso en definitiva una medida preventiva para frenar el relleno (El Tiempo, 2018a), pero el impacto estaba consumado (Figura 49 G); el conflicto denominado como ecocidio provocó un plantón pacífico el 18 de noviembre de 2017 con el propósito de informar a la comunidad y exigir la recuperación de la chucua (Soler, 2018). La intervención antropogeomorfológica expuso la problemática dada por los cambios en los usos del suelo y la posible corrupción y volteo de tierras (El Espectador, 2019a), y los actores afectados (JAC de Fagua) se concentraron en culpar a la administración municipal por la clara negligencia.

El relleno de la Chucua de Fagua para los ciudadanos es consecuencia del auge constructivo en Chía, que ha afectado otros sectores como la quebrada Tíquiza (Pachón, 2014), y que refleja lo polémico de las modificaciones en el POT que favorece a los urbanizadores en detrimento de la calidad de vida municipal (El Tiempo, 2018a). El POT de 2016, ya suspendido, planeó el territorio como ciudad eminentemente residencial con numerosos planes parciales (Anecopura, 2017), y evidenció la ambigüedad, desinterés institucional y desconocimiento respecto a muchos aspectos y problemáticas ambientales del territorio (González, s.f.; El Tiempo, 2018a).

- *Destrucción de humedal por la obra Troncal de Los Andes*: finalmente, el proyecto vial que conectará la variante de Chía-Cota con la Autopista Norte, que tendrá un puente elevado y que permitirá descongestionar el centro de la ciudad (CAR, 2017b), ha generado en los últimos meses un llamativo conflicto por su amenaza sobre los ecosistemas hídricos que aún quedan en los ambientes fluviales del río Bogotá. Hacia el año 2017 se empezó a proyectar el desarrollo de esta importante obra vial de carácter e interés departamental (El Espectador, 2017); y algunos estudios alertaron en ese entonces sobre sus potenciales impactos, especialmente en términos de deforestación y contaminación (Melgarejo, 2018).

El conflicto ambiental desencadenado se formalizó mediante acciones populares gestionadas por la Personería Municipal, admitidas por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca el 14 de diciembre del 2020 (Adrenalina Informativo Regional, 2021a). En los meses de enero y febrero del 2021, la Personera Municipal y el Personero Delegado acompañaron a la ANLA para verificar el expediente de la licencia y la existencia del humedal (Adrenalina Informativo Regional, 2021a), y atendieron la solicitud realizada por los ciudadanos de conservar estos espacios por su estructura ecosistémica, conforme a estudios académicos y el concepto emitido por la Secretaria Ambiental de Chía (Adrenalina Informativo Regional, 2021b).

La troncal cuenta actualmente con avances en el sector de Cuernavaca (vereda Fusca) (Figura 49 H), y ha llegado hasta el borde oriental del río Bogotá, donde la construcción de las bases de dos puentes vehiculares amenaza el ecosistema de la margen occidental (El Espectador, 2021a) (sector Samaria, vereda La Balsa). De acuerdo con el colectivo Voces del Río, el humedal debería estar sujeto a la preservación y la obra vial debe terminarse sin poner en peligro las especies que allí habitan (El Espectador, 2021a); según El Espectador (2021b), a los diseños de la Troncal de los Andes se les ha realizado cambios en su trazado, con la intención de minimizar y evitar las afectaciones a aprox. dos Ha que conforman la zona de conflicto.

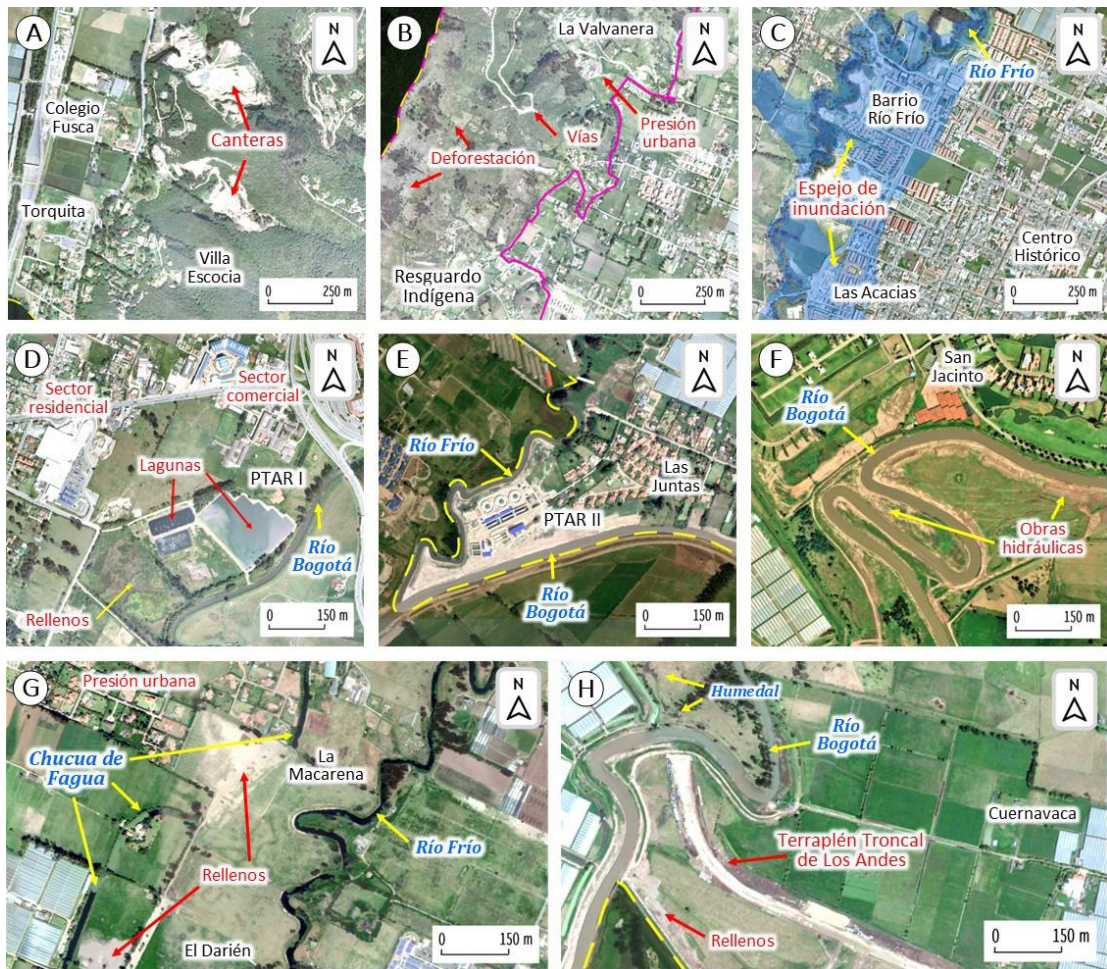


Figura 49. Principales conflictos asociados con las acciones antropogeomorfológicas

- A: Sectores afectados por las canteras de Fusca. Fuente: IGAC ortofotografía (228/I/C) 2010.
 B: Degradación ambiental del Resguardo Indígena. Fuente: IGAC ortofotografía (227/II/D) de 2010.
 C: Inundación 2011 sector Río Frío. Fuente: IGAC ortofotografía (228/I/A-C) 2010, Alcaldía de Chía, 2011.
 D: Influencia de los cuerpos de agua artificiales PTAR I. Fuente: IGAC ortofotografía (228/I/C) de 2010.
 E: Construcción de la PTAR II y obras hidráulicas. Fuente: Imagen del portal *Google Earth*, 2020.
 F: Obras de adecuación hidráulica sector San Jacinto-Hipódromo. Fuente: Imagen del portal *Bing Maps*, 2020.
 G: Escombreras (rellenos) en el humedal Chucua de Fagua. Fuente: Imagen del portal *Google Earth*, 2020.
 H: Construcción de la Troncal de Los Andes. Fuente: Imagen del portal *Bing Maps*, 2020.

*Para la localización de los ejemplos ver el APÉNDICE D

6.3 Determinaciones y responsabilidades frente a las problemáticas

Las consecuencias derivadas de las acciones antropogénicas han llegado a ser bastante críticas, tal como se ha referido en los anteriores apartados. Y las determinaciones territoriales regidas por los instrumentos de planeamiento durante los últimos 20 años en Chía (siglo XXI), han proyectado visiblemente los preceptos de protección y conservación ambiental, pero, con numerosas contrariedades en su cumplimiento.

Desde la entrada en vigor del POT (año 2000) se han definido diversos compromisos en los planes de desarrollo; como la recuperación de las zonas hídricas (Concejo Municipal de Chía, 2008), la conservación de los cerros (Concejo Municipal de Chía, 2012), la implementación de medidas correctivas frente a los impactos antrópicos (Concejo Municipal de Chía, 2016), y en general la gestión sostenible y de control ante la pérdida de la estructura ecológica (Concejo Municipal de Chía, 2020). Más, sin embargo, y en oposición, son reiteradas las ocasiones en que las administraciones municipales durante estos años no han seguido los lineamientos, y en la mayoría de los casos los procedimientos quedan en tela de juicio.

En la práctica, los impactos, riesgos y conflictos ya indicados muestran la primacía de los intereses privados y como las decisiones territoriales han respondido ambiguamente a las políticas, afectando el estado ambiental de Chía y por ende a las comunidades más vulnerables. Esta realidad contradictoria se corrobora, ya que se ha convivido durante los años en mención con normatividad que prohíbe la urbanización en zonas inundables (Alcaldía de Chía, 2000); con pautas que recalcan en el uso adecuado de los suelos clase II y III y en la protección de los suelos que controlan la erosión (Alcaldía de Chía, s.f.); con medidas que categorizan bajo conservación los cerros y ecosistemas estratégicos (Alcaldía de Chía, 2014); y con delimitaciones concretas para zonas de amortiguación (Alcaldía de Chía, 2016a), reservas forestales, nacimientos de agua, humedales, rondas de protección y demás áreas de preservación ambiental (Alcaldía de Chía, 2020c). A continuación, se listan los principales hechos y disposiciones administrativas ineficaces relacionadas con la antropización del municipio:

- La no reglamentación de los centros poblados rurales del altiplano: que conllevaron a la edificación ilegal de viviendas y al desplazamiento del campesinado con el respectivo detrimento socio-cultural (El Tiempo, 2014; Pachón, 2014; Soler, 2018).
- Las intenciones reiteradas de modificar los usos del POT: soportando la idea en la imperiosa necesidad de suelo urbanizable para Chía (El Espectador, 2012; Mejía y Chicué, 2014), pero, sin la modernización de los servicios públicos ni la adecuación de nuevas vías (El Tiempo, 2014).
- El bajo control de las zonas de protección hídrica: aprovechado por los constructores para conformar estos espacios en áreas recreativas de conjuntos cerrados y sin que haya existido sanciones ejemplares (Agencia de Noticias UN, 2011a; Afanador, 2019).
- La impropia concertación con la comunidad del modificado POT en 2016: con un modelo eminentemente residencial (El Espectador, 2017), con beneficios para las compañías constructoras (El Tiempo, 2017) y los promotores inmobiliarios (Arévalo, 2019), e indiferente ante los elementos ecológicos de protección ya reconocidos como las chucuas (El Tiempo, 2018a).

- La permisividad en el desarrollo suburbano sobre los ecosistemas de montaña: avalada por maniobras que aceptaron el establecimiento de vivienda campestre (Alcaldía de Chía, 2013a, 2014; Ávila, 2017), el uso condicionado de la palabra condominio (Domínguez y Nossa, 2019), y que derivaron en la sustracción (pérdida de área protegida) y realinderación de la reserva forestal RFPP de la cuenca alta del río Bogotá (Alcaldía de Chía, s.f.; MADS, 2012a; 2012b; 2013).
- La firma de decretos municipales controvertibles: que facilitaron el licenciamiento dudoso, promovieron la especulación inmobiliaria (Publimetro, 2019) y el enriquecimiento ilícito, así como el “volteo de tierras” en zonas protegidas (El Periódico de Chía, 2017; Semana, 2017) y en suelos agroecológicos de protección (El Tiempo, 2019).

Todas estas anomalías e irregularidades en la planificación y gestión del territorio repercutieron finalmente en la suspensión del POT (El Espectador, 2019b); estableciendo una oportunidad propicia para solventar las ambigüedades y replantear la disposición original de la Ley 99 que manifiesta: “Declárese la Sabana de Bogotá, sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos como de interés ecológico nacional, cuya destinación prioritaria será la agropecuaria y forestal” (Congreso de la República, 1993; Alcaldía de Chía, 2000). La administración actual incorpora las actuales determinantes ambientales del POMCA en la formulación del nuevo POT (Alcaldía de Chía, 2020a); y con apoyo de la CAR continúa con las intervenciones en principio benéficas para los habitantes, como los son la modernización de la PTAR I, la amplificación de interceptores (alcantarillado), la construcción de la PTAR II y las adecuaciones hidráulicas en concordancia con el PMA Municipal y la Sentencia del Río Bogotá (Concejo Municipal de Chía, 2020).

6.4 Síntesis

En resumen, el análisis documental ratifica finalmente que en la mayoría de los casos las intervenciones antropogeomorfológicas son el punto de partida de las problemáticas ambientales más representativas del municipio; y que los impactos, riesgos y conflictos descritos son principalmente críticos para los entornos fluviales propios del altiplano, con implicaciones que involucran en todos los casos acciones de alteración y degradación de los recursos hídricos, biológicos y edáficos. Se pudo verificar que el motor principal de las problemáticas ambientales y del origen de las tensiones entre los actores del municipio, es en esencia las dinámicas de urbanización local y regional; una causa que para el entorno de la Sabana y de acuerdo con Preciado (2015), radica en la presencia de la metrópolis de Bogotá, en su dinámica de expansión y crecimiento físico-demográfico. En el corema de la Figura 50 se muestra así y en conjunto los elementos claves propios de las problemáticas; y se representa de este modo las situaciones más significativas para los últimos 20 años.

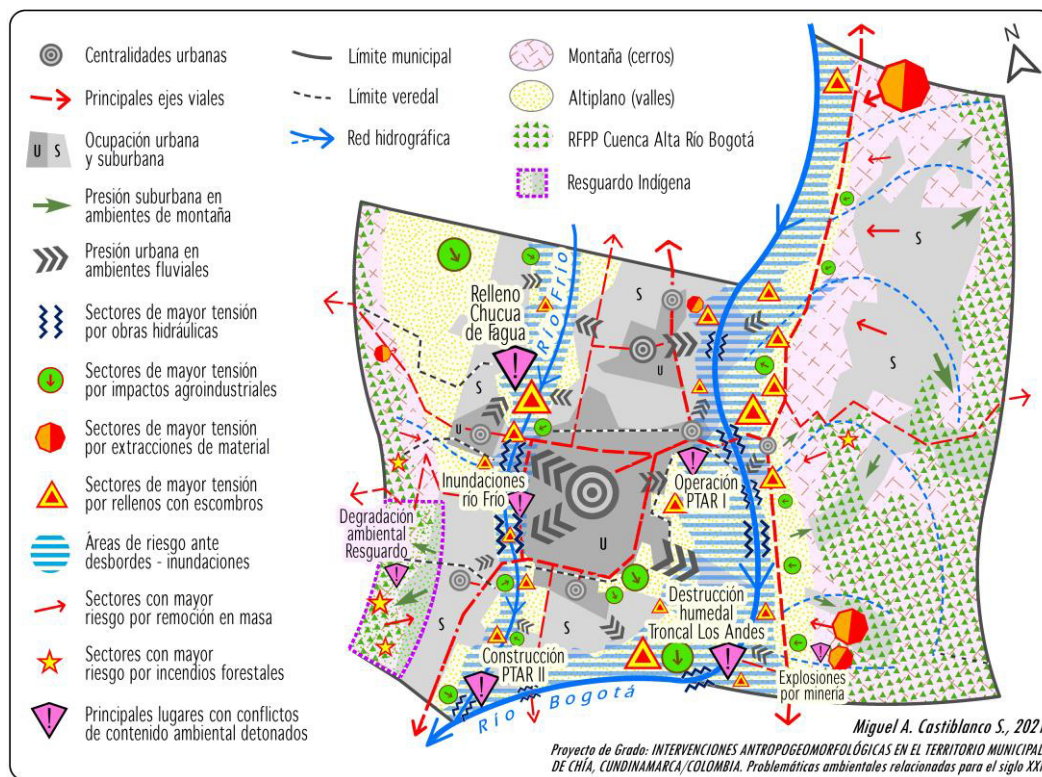


Figura 50. Problemáticas ambientales relacionadas con acciones antropogeomorfológicas en Chía
 Fuente: elaboración propia.

Se observa de esta manera que, en la montaña oriental, especialmente al suroriente, existe aún un cubrimiento amplio de la reserva forestal (RFPP) que abarca los relieves más elevados del ambiente geomorfológico periglaciario (vereda Fusca); y que independiente de la sustracción del año 2013 sobrepasa actualmente las 1.200 Ha y representa la mayor área de protección ecológica del municipio. La presión antrópica en los cerros orientales reside esencialmente en las intervenciones suburbanas, que inician a finales del siglo XX, que remplazan los modelados agrogénicos, y alcanzan en el presente las 750 Ha aprox. En este escenario del nororiente municipal, vereda Yerbabuena, se identifican además sectores de riesgo por remoción en masa e incendios forestales, principalmente donde se ha generado la suburbanización y en donde predominan las construcciones dispersas (condominios), con cortes y vías sobre los reverses y frentes de la montaña estructural.

En los extremos norte y sur de la montaña oriental son también de importancia ambiental las tensiones por extracción minera. Aunque las geformas artificiales de canteras abarcan áreas relativamente pequeñas (70 Ha aprox.), son muy distintivas por la notoria huella antropogeomorfológica (alrededor de 20 millones de m³); por la degradación en suelos, agua y vegetación; y por el conflicto que representan para la vereda Fusca debido a las explosiones que afectan a los residentes vecinos. Sobre la

montaña oriental las intervenciones antrópicas han respondido básicamente a la territorialización de interés particular; primero con el desarrollo de actividades agropecuarias; luego por la intensa extracción de material para la construcción urbana en la región; y posteriormente para el siglo XXI, con beneficios privados por el aprovechamiento de las condiciones paisajísticas y los privilegios del relativo aislamiento, que permitió la comercialización de predios y viviendas de alto estrato, con la autorización anómala dada en su momento por la normatividad de planeación y ordenamiento municipal.

Para la montaña occidental se establece igualmente la presencia de la de la reserva forestal (RFPP); con cerca de 300 Ha que cubren los relieves del ambiente estructural, que, sin embargo, se encuentran igualmente sometidas a la presión suburbana, principalmente en los límites del Resguardo Indígena, sector turístico de La Valvanera. El aspecto sobresaliente y de alerta para este escenario es el aumento de la degradación ambiental y el desarrollo de conflictos dentro de la jurisdicción del resguardo (veredas Fonquetá y Cerca de Piedra), que incluye la deforestación y las excavaciones ilegales; así como la latente manifestación de movimientos en masa especialmente sobre los modelados coluvio-aluviales, e incendios forestales, que a su vez son inducidos e incrementados por la ampliación de vías y la construcción de viviendas dispersas.

Sobre el altiplano y sus dos grandes entornos hídricos (ríos Bogotá y Frío), la dinámica y manifestación de problemáticas ambientales asociadas a la antropización ha resultado ser más activa, densa y compleja. De esta sobresale y predomina la intensa ocupación urbana y suburbana, con centralidades urbanas definidas y ejes viales desde los cuales se despliegan las presiones principalmente para las zonas de transición entre los ambientes naturales fluvio-lacustre y fluvial. Se distingue así el sector central del altiplano, dispuesto sobre la terraza fluvio-lacustre baja, donde se funda la ciudad histórica (Centro Urbano) y se desarrollan las principales intervenciones urbanogénicas (veredas Bojacá y La Balsa). En este espacio prevalecen las construcciones continuas que cubren más de 500 Ha, las construcciones discontinuas que alcanzan las 400 Ha, y asimismo la creciente participación de las grandes edificaciones que afectan cerca de 50 Ha; el principal aspecto de la urbanización central en Chía es la presión hacia las márgenes fluviales que la bordean, y que incluye asimismo el cubrimiento y degradación de extensas áreas agrogénicas destinadas antes a la producción básica de alimentos.

Sobre las terrazas fluvio-lacustres orientales (medias y altas), las problemáticas suelen ser más por la actividad industrial que determinan tensiones por contaminación, así como por la adecuación de los sistemas de transporte vial (Autopista Norte), profundamente relacionados con los rellenos antropogénicos en terraplenes y escombreras, en especial donde confluye la red hídrica. En el altiplano occidental (veredas Fagua, Tíquiza,

Fonquetá y Cerca de Piedra) las intervenciones se han centrado más en la ocupación agroindustrial, suburbana y en menor medida urbana, que deforestan la escasa vegetación, sepultan los suelos, contaminan las aguas, y rivalizan a la par con las actividades agropecuarias, reemplazando los modelados agrogénicos por construcciones continuas (130 Ha aprox.) y discontinuas (350 Ha aprox.).

Las relaciones entre antropización geomorfológica y problemáticas ambientales se hacen aún más complejas y diversas para los ambientes fluviales del territorio; donde la característica en común es la potencial ocurrencia de inundaciones y la creciente huella antropogeomorfológica por depositación de escombros (más de 5 millones de m³). Las diferentes obras de adecuación hidráulica (ampliación de cauces, dragados y elevación de diques) vienen en principio mitigando acertadamente los desbordes, pero, derivan a su vez tensiones al generar insatisfacción en donde el impacto ecosistémico es notable, y porque a futuro no son garantía total para el control de los eventos extremos.

Sobre el ambiente fluvial del río Frío, las acciones recientes y de mayor impacto incluyen principalmente la construcción de vías urbanas y viviendas (que superan las 120 Ha), acompañadas en muchos casos por la acumulación de escombros. La ocupación de estos espacios de alivio fluvial se acrecentó en los últimos años mayormente por la ineficiente gestión territorial; que después de las inundaciones de 2010 y 2011 terminaron en un conflicto latente que afecta los barrios occidentales del Centro Urbano. En el sector Chucua de Fagua, los manejos públicos funestos y la influencia inmobiliaria fomentaron del mismo modo las intervenciones por rellenos (acusados por las prácticas de corrupción y volteo de tierras); mientras que al sur en la confluencia con el río Bogotá, las intervenciones morfológicas de la PTAR II, que apuntan con buenas intenciones a controlar la contaminación hídrica, no dejan de ser una obra polémica y de atención pública.

Finalmente, sobre el ambiente fluvial del río Bogotá las acciones y relaciones son bastante similares. Las tensiones incluyen las modificaciones hidráulicas y su inconclusa recuperación ecosistémica; y en el sector de la PTAR I cuerpos de agua artificiales que han generado más malestares que beneficios ambientales. En la margen occidental del río, las problemáticas se deben a la ocupación suburbana de sectores como Fontanar y Santa Ana (unas 180 Ha aprox. en la vereda Bojacá), con excavaciones y rellenos, así como a la presión urbanizadora que se realiza desde el Centro Urbano hacia el sector de San Jacinto en la vereda La Balsa. Sobre la margen oriental del río, las intervenciones refieren a modificaciones hidráulicas y disposición de escombreras, principalmente alrededor de Centro Chía, la U. de La Sabana y La Caro; a impactos agroindustriales asociados también a las grandes vías; mientras que, al sur, en límites con el Distrito Capital de Bogotá, el conflicto ambiental se centra en la degradación ecosistémica a raíz del proyecto Troncal de Los Andes, que ha implicado la cimentación de amplios terraplenes.

CONCLUSIONES

Se ha elaborado una investigación que describe las características geomorfológicas naturales, así como las dinámicas antropogeomorfológicas del territorio municipal de Chía; incorporando los lazos existentes entre las diferentes intervenciones identificadas, sus causas, actores, consecuencias en términos ambientales de impactos, riesgos y conflictos, y las determinaciones territoriales detrás de estas.

Las concepciones de la geomorfología tradicional, especialmente desde el enfoque de los sistemas morfogénicos, proporcionaron adecuadas bases para desarrollar la descripción de los aspectos morfológicos naturales del municipio. El marco teórico-conceptual de la antropogeomorfolología suministró un conocimiento vigente, detallado y con importantes progresos para afrontar la descripción de las condiciones y dinámicas antropogénicas; mientras que los postulados de la geografía, especialmente la ambiental, orientaron favorablemente el abordaje de las problemáticas y las explicaciones finales de integración.

El plan metodológico en sus tres fases de investigación, detalladas en el tercer capítulo, facilitó la resolución de los objetivos propuestos. En la fase de observación, las técnicas de fotointerpretación, apoyadas por el trabajo de campo y la aplicación de herramientas geoinformáticas (especialmente el uso del software *QGIS*), posibilitaron identificar oportunamente y validar los objetos de interés geomorfológico y geográfico (modelados y geoformas tanto naturales como artificiales). Los insumos geoespaciales tipo aerofotografías, MDT e imágenes de satélite, suministraron igualmente datos e información apropiada para la consolidación de los productos cartográficos.

En la descripción, las tareas de caracterización precisaron de la organización jerárquica de los elementos y rasgos geomorfológicos, siendo fundamental la implantación de las propuestas y modelos de clasificación. En los análisis espaciales, los procedimientos de superposición y medición facilitaron eficazmente la consecución de información pertinente, y a la par la cartografía retrospectiva-evolutiva fortaleció la evaluación de los cambios, patrones y tendencias del fenómeno estudiado. En este punto, el uso de procedimientos en el entorno SIG, potencializó el cálculo de datos innovadores como el de la huella antropogeomorfológica. En la etapa descriptiva fue esencial el apoyo documental, mediante la consulta geohistórica y temática provista por los estudios precedentes; y en la fase explicativa, la compilación documental referente a la problemática ambiental del municipio, su consulta, revisión exhaustiva, codificación y tratamiento en el software *ATLAS.ti*, viabilizó igualmente los análisis y la síntesis final.

En relación con los resultados expuestos a lo largo del trabajo y acorde con los objetivos trazados, se establecen además las siguientes conclusiones:

En cuanto al *reconocimiento de las condiciones geomorfológicas naturales*, se concluye que la configuración actual de Chía responde al contraste morfoestructural entre los bloques montañosos levantados y la depresión tecto-sedimentaria del altiplano; con rocas consolidadas plegadas y de pendientes fuertes para el primer caso, y acumulaciones principalmente fluvio-lacustres y de pendientes suaves para el segundo. La manifestación de ciclos glaciales y la conformación del lago intramontano en el escenario morfo-evolutivo fueron sucesos decisivos para el modelamiento heredado del paisaje, y el cambio climático holocénico representó para los últimos milenios un incremento en la dinámica de los aportes detríticos y en los procesos fluviales asociados a los ríos Bogotá y Frío.

La clasificación geomorfológica natural diferencia en los ambientes periglaciario, estructural, coluvio-aluvial, fluvio-lacustre y fluvial; donde sobresalen las geoformas específicas: frentes y reverses en sedimentitas duras (zonas de montaña); vallecitos, mantos y conos en las zonas de transición (coluvio-aluvial); y taludes, planos y cubetas para el altiplano respectivamente. Se concluye que para la montaña es patente el potencial hidro-gravitatorio donde aumentan las pendientes y el sustrato está alterado; con derrumbes de baja incidencia en frentes, deslizamientos en reverses y mantos de derrubios, y remoción lenta para las morfologías desarrolladas en rocas blandas arcillosas. Para los vallecitos disectados y conos de deyección son factibles los flujos torrenciales; en las terrazas fluvio-lacustres es más común el escurrimiento superficial, la compactación de sedimentos y el coluvionamiento de los taludes; mientras que en el ambiente fluvial los procesos representativos son las crecientes, desbordes e inundaciones lentas con sedimentación en cauces, diques, orillares, meandros, planos de desborde y cubetas de decantación.

Respecto al *entendimiento de las intervenciones antropogeomorfológicas y su evolución espacio-temporal*, los resultados destacan en la importancia de los modelos de ocupación, poblamiento y desarrollo que se han generado territorialmente. Se concluye así que en la época prehispánica la antropización primó en el sustento agrario mediante la red de camellones; durante la Colonia implicó la deforestación, ampliación de caminos y constitución del poblado urbano; en el siglo XIX ahondó en las prácticas agropecuarias desde las haciendas y en las obras asociadas a la línea férrea; y para el siglo XX se concentró en el avance minero en canteras, la construcción de canales artificiales, redes de servicios públicos, equipamientos, nuevas vías de comunicación, el desarrollo agroindustrial por floricultura, y en general, en la expansión urbana asociada a la dinámica de migraciones y de crecimiento demográfico.

Para el siglo XXI las acciones antropogeomorfológicas han representado la adecuación de grandes carreteras (autopistas), así como la urbanización, suburbanización y conurbación de amplios conjuntos y edificios elevados sobre la terraza fluvio-lacustre, las márgenes de los ríos y parte de los cerros orientales. Las caracterizaciones retrospectivas para Chía, con sus diferentes modelados antropogénicos, muestran a grandes rasgos la disminución de las acciones agrogénicas, y el incremento de las intervenciones por minería, industria, residuos, gestión hídrica, tránsito y en general por la dinámica urbana; especialmente en lo referente a la constitución de canteras, escombreras (rellenos), canales y diques artificiales, vías impermeabilizadas, terraplenes y cortes viales, construcciones tanto continuas como discontinuas, terrenos para el esparcimiento, y edificaciones en altura y profundidad.

Los ambientes naturales más afectados por las acciones antropogénicas han sido el fluvio-lacustre y fluvial, con un predominio de las acciones agrogénicas hasta el año 1977, un aumento de las urbanogénicas hasta el presente (año 2020), y la proyección de continuar a futuro bajo esta última tendencia; al importante cubrimiento de los modelados antrópicos sobre el altiplano, se suma el avance gradual de la antropización sobre la montaña. La anterior situación se ratifica al evaluar la huella antropogeomorfológica municipal, cuyos hallazgos permiten concluir también que las geoformas naturales más impactadas por las excavaciones son precisamente los reverses y frentes estructurales de la montaña debido a las intervenciones de canteras, y el nivel bajo de la terraza fluvio-lacustre en el altiplano por la construcción de grandes edificaciones. En contraste, para el altiplano, las geoformas naturales más perturbadas por la acumulación de material son los planos de desborde, los taludes de la terraza fluvio-lacustre y las cubetas de decantación, básicamente por la conformación de escombreras aterrazadas y terraplenes viales.

En cuanto a la *identificación y relacionamiento entre causas, actores, consecuencias ambientales y decisiones territoriales de las intervenciones*, se puede concluir que la causa estructuradora de las intervenciones es el tipo de desarrollo económico implantado, que desencadena la concentración poblacional y expansión urbana, privilegia la transformación del medio, e igualmente, en el contexto de la gestión territorial, ha fomentado las prácticas de corrupción que terminan en cambios polémicos sobre los usos del suelo. La administración municipal, la autoridad ambiental y los agentes privados del sector construcción se definen como los principales actores responsables, más no los únicos; y la comunidad en general, ciudadanía, campesinos e indígenas, se establecen como los actores denunciadores más afectados.

En función de las problemáticas, la mayoría de las intervenciones antropogénicas determinan los impactos, las condiciones de riesgo y los conflictos ambientales más

significativos en Chía; y el análisis documental ratifica que, para el presente siglo, siguen manifestándose alteraciones sobre los ecosistemas municipales, con cambios sobre los regímenes hídricos y fluviales, degradación del suelo, y aumento del riesgo ante remoción en masa e inundaciones. Se concluye en ese sentido, que los conflictos detonados más relevantes obedecen en principio a las diversas perturbaciones geomorfológicas, siendo aspectos en común el deterioro de los recursos naturales; la filosofía del interés privado excluyente y mal intencionado; y la anormal, deficiente, inoperante, manipulada o ausente planificación territorial.

La investigación presentó finalmente y como objetivo central la *comprensión integral de las intervenciones antropogeomorfológicas y de sus relaciones respecto a las problemáticas ambientales en el municipio de Chía durante el siglo XXI*. Se considera que el propósito fue llevado a cabo satisfactoriamente y destaca en las dinámicas de urbanización como el motor principal de la antropización geomorfológica; que continúan amenazando la montaña oriental; rivalizan con las principales zonas de protección ecológica del municipio; ejercen presión sobre la territorialidad especial y de conservación del Resguardo Indígena; y concentran la mayor cantidad de tensiones sobre el altiplano, especialmente para los dos grandes entornos hídricos de Chía, que son los ambientes fluviales de los ríos Bogotá y Frío (entornos que por normatividad nacional deberían estar más protegidos y sometidos debidamente a las acciones de recuperación y restauración ambiental).

Se afirma y valida de este modo la hipótesis inicialmente planteada: donde las intervenciones antropogeomorfológicas para el territorio municipal son en la mayoría de los casos el origen de las problemáticas ambientales. Y los resultados corroboran así la evolución diferencial de estas acciones en el espacio-tiempo; la participación desigual entre acciones, actores y poderes territoriales; la generación de efectos negativos de desequilibrio ecológico, pérdida de la oferta ambiental agrícola, modificación de los escenarios de riesgo e incremento de los pasivos ambientales; y la manifestación cada vez más compleja de tensiones y conflictos entre las territorialidades chienses.

Para terminar, se resalta el aporte académico del proyecto, respecto a la geomorfología antrópica como campo emergente y competente de investigación dentro de los estudios geográficos; este trabajo deja las puertas abiertas para continuar y profundizar con el estudio de este fenómeno y de estas dinámicas tan cambiantes en la geografía nacional. La investigación de caso para el municipio de Chía suministra conocimientos valiosos, que se espera sean muy favorables para la toma de decisiones; y se recomienda su consulta y aprovechamiento por parte de quienes administran y planifican el territorio, más aún para la etapa vigente de re-ordenamiento territorial en la que se instaurará un nuevo POT y se gestaran nuevos instrumentos de gestión ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AcceNorte. (26 de marzo de 2021). Comunicado de Prensa 016 - Mar/26/2021. *Unidad Funcional 3 "Troncal de Los Andes"*.
- Adrenalina Informativo Regional. (28 de enero de 2021a). Visita por parte de la ANLA para verificar la licencia de la troncal de los Andes de Chía.
- Adrenalina Informativo Regional. (19 de febrero de 2021b). La personería de Chía trabaja para evitar afectaciones ambientales por el proyecto Troncal de los Andes.
- Afanador, L. (2019). *Diagnóstico de los procesos dinámicos en el río Frío, derivados del desarrollo urbano en el municipio de Chía, Departamento de Cundinamarca* [Trabajo de Grado de Especialista, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito].
- Agencia de Noticias UN. (22 de noviembre de 2011a). Los ríos no son un problema, son generadores de vida.
- Aguilar, D. (2019). *Valoración del costo ambiental de la contaminación generada por aguas residuales en el municipio de Chía. Su efecto en el cambio del precio de las viviendas* [Trabajo de Investigación de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Aguilar, F. (2013). Métodos y técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa en geografía. *Paradigma. Revista de investigación educativa*, 20(33), 79-89.
- Alcaldía de Chía. (2000). *Acuerdo número 17 de 2000 "por el cual se adopta el plan de ordenamiento territorial del municipio de Chía (Cundinamarca)*.
- Alcaldía de Chía. (2013a). *Documento técnico soporte Plan de Ordenamiento Territorial*. Documento técnico, Secretaria de Planeación - Grupo de Ordenamiento Territorial.
- Alcaldía de Chía. (2013b). *Identificación y georreferenciación de las fuentes hídricas del municipio de Chía*.
- Alcaldía de Chía. (2014). *Documento seguimiento y evaluación Plan de Ordenamiento Territorial*.
- Alcaldía de Chía. (2015). *Caracterización poblacional Chía, Cundinamarca*.
- Alcaldía de Chía. (2016a). *Acuerdo número 100 de 2016 "por medio del cual se adopta la revisión general y ajustes al Plan de Ordenamiento Territorial -POT- del municipio de Chía - Cundinamarca"*.
- Alcaldía de Chía. (2016b). *Diagnóstico municipio de Chía. Plan de Desarrollo 2016-2019*.
- Alcaldía de Chía. (2018). Decreto 73 de 2018. *"Por el cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del municipio de Chía-Cundinamarca*.
- Alcaldía de Chía. (2020a). *Diagnóstico Plan de Desarrollo 2020-2023 - "Chía educada, cultural y segura"*.
- Alcaldía de Chía. (2020b). *Documento de diagnóstico. Revisión general del POT*.
- Alcaldía de Chía. (2020c). *Documento de diagnóstico. Tomo I. Dimensión ambiental*.
- Alcaldía de Chía. (s.f.). *La estructura ecológica municipal como tema estructurante de la zonificación ambiental en la revisión del POT de Chía*.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2000). *Monografías territoriales Chía Región Bogotá-Sabana*. Prerensa Imp.
- Almeida, A. & Figueiredo, A. (2015). Impacto ambiental y paisajístico. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 315-316). Universidad de León.
- Anecopura. (17 de noviembre de 2017). La Chucua de Fagua.
- Angarita, T. (2015). *Procesos de expansión urbana en la ciudad colombiana. Efectos de la transformación del municipio de Chía (2002-2012)* [Trabajo de Grado, Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario].
- Ardila, G. (1984). *Chía un sitio precerámico en la Sabana de Bogotá*. FIAN - Banco de la República.
- Arévalo, C. (2019). *Motivaciones e imaginarios de la movilidad residencial metropolitana en comunidades residenciales de Chía* [Trabajo de Investigación de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Ashmore, P. (2015). Towards a sociogeomorphology of rivers. *Geomorphology*, 251, 149-156.
- Ávila, J., Moreno, J. & Naranjo, C. (2015). Diseño de estrategias pedagógicas para la población afectada en la zona de amenaza por inundación en el sector Riofrio Chía Cundinamarca. UDCA.
- Ávila, N. (2017). *Dinámicas espaciales y configuraciones territoriales en los municipios de Chía, Tocancipá, Soacha y Sibaté de 1990 al 2012, un estudio de caso comparado* [Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Bautista, L. (2014). *Las formas de crecimiento de la Sabana de Bogotá: Caso de estudio corredor Chía-Cajicá* [Trabajo de Grado de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana].
- Bello, J. (2018). *Más allá de la fragmentación física del territorio. Injerencia de las normativas de ordenamiento territorial en las transformaciones de Chía* [Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Santo Tomas].

- Boada, A. (2007). *Patrones de asentamiento regional y sistemas de agricultura intensiva en Cota, Suba y Chía (Sabana de Bogotá, Colombia)*. Informe final. FIAN.
- Bocco, G. & Urquijo, P. (2013). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y sociedad* (56), 75-101.
- Brown, A., Tooth, S., Bullard, J., Thomas, D., Chiverrell, R., Plater, A., Murton, J., Thorndycraft, V., Tarolli, P., Rose, J., Wainwright, J., Downs, P. & Aalto, R. (2017). The geomorphology of the Anthropocene: emergence, status and implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42(1), 71-90.
- Brown, E. (1970). Man shapes the Earth. *The Geographical Journal*, 136(1), 74-85.
- BSG. (2014). *10 reasons why is important geomorphology*.
- Burgos, A. & Reina, S. (2015). *Análisis de los escenarios de riesgo por fenómenos amenazantes para el municipio de Chía Cundinamarca, como herramienta de planificación territorial* [Informe de Pasantía, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- Buzai, G. & Baxendale, C. (2006). *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica*. (GEPAMA, Ed.). Lugar Editorial.
- Camacho, V., Castiblanco, M. & Torres, A. (2015). *Implementación de herramientas de análisis espacial para zonificar las áreas susceptibles a la inundación y remoción en masa* [Trabajo de Grado de Especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- CAR. (2006). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá: Elaboración del diagnóstico, prospectiva y formulación*. Planeación Ecológica Ltda. - Ecoforest Ltda.
- CAR. (2009). Acuerdo 17 de 2009. *Por medio del cual se determina la zona de ronda de protección del río Bogotá*.
- CAR. (2014). Resolución 2385 de 2014. *Por medio del cual se determina la ronda de protección del río Frío*.
- CAR. (2017a). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Informe síntesis ambiental*.
- CAR. (2017b). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Volumen III - Caracterización socioeconómica*.
- CAR. (2017c). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Volumen IV - Caracterización funcional*.
- CAR. (2017d). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Informe análisis situacional*.
- CAR. (2018a). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Volumen I - Caracterización física*.
- CAR. (2018b). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Volumen II - Caracterización biótica*.
- CAR. (2018c). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Volumen V - Gestión del riesgo*.
- CAR. (2019a). *Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Fase de diagnóstico. Informe fase prospectiva & zonificación ambiental*.
- CAR. (5 de noviembre de 2019b). PTAR Chía II, la obra que saneará las aguas residuales del 70% de esa ciudad.
- Caracol Radio. (20 de abril de 2011). Inminente evacuación en algunos sectores de Chía por desbordamiento del río Bogotá.
- Carvajal, J. (2004). *Mapa geomorfológico de la Sabana de Bogotá. Versión 1.0. Escala 1:100.000*. INGEOMINAS.
- Carvajal, J. (2005). *Características geomorfológicas de la Sabana de Bogotá*. En: *Proyecto compilación y levantamiento de la información geomecánica, zonificación geomorfológica de la Sabana de Bogotá, Vol. 1*. INGEOMINAS.
- Carvajal, J. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia*. (SGC, Ed.).
- Carvajal, J. & Navas, O. (2016). Bogotá "Savanna". En M. Hermelin, *Landscapes and Landforms of Colombia*. Springer.
- Cassetti, V. (1995). *Ambiente e apropriação do relevo* (2da ed.). Editora Contexto.
- Castiblanco, M. (2020). Geomorfología natural del territorio municipal de Chía, Cundinamarca/Colombia. *Physis Terrae - Revista Ibero-Afroamericana de Geografía Física y Medio Ambiente*, 2(2), 21-42.
- Castree, N. (2011). Nature and Society. En J. Agnew & D. Livingstone, *The SAGE handbook of geographical knowledge* (págs. 287-299). SAGE Publications.
- Castree, N. (2017). Anthropocene and planetary boundaries. En D. Richardson, N. Castree, M. Goodchild, A. Kobayashy, W. Liu & R. Marston, *The International Encyclopedia of Geography*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Castree, N., Demeritt, D., Liverman, D. & Rhoads, B. (2009). *A companion to Environmental Geography*. Blackwell Publishing Ltd.
- Castro, J. & Zambrano, L. (2019). *Diagnóstico base para el análisis histórico ambiental en el municipio de Chía* [Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- Ceballos, J. (2006). *Patrones geomorfológicos de los asentamientos urbanos en Colombia* [Trabajo de Investigación de Maestría, Convenio UPTC-IGAC].
- Cendrero, A. (2017). El debate sobre el Antropoceno. Reflejo social, datos científicos y aspectos formales. *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Discurso inaugural del año 2017-2018.

- Cendrero, A., Remondo, J., Bonachea, J., Rivas, V. & Soto, J. (2006). Acción humana y procesos geológicos superficiales: ¿qué le estamos haciendo a la faz de la Tierra? *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 100(1), 187-209.
- Church, M. (2010). The trajectory of geomorphology. *Progress in Physical Geography*, 34(3), 265-286.
- Concejo Municipal de Chía. (2008). Acuerdo 3 de 2008. *Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo 2008-2011, para el municipio de Chía, "Unidos con justicia social"*.
- Concejo Municipal de Chía. (2012). Acuerdo 17 de 2012. *Plan de Desarrollo. Chía, territorio inteligente e innovador 2012-2015*.
- Concejo Municipal de Chía. (2016). Acuerdo 97 de 2016. *"Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo: "Sí... Marcamos la diferencia" para la vigencia 2016 a 2019"*.
- Concejo Municipal de Chía. (2020). Acuerdo 168 de 2020. *"Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo municipal: Chía educada, cultural y segura para la vigencia 2020-2023"*.
- Congreso de la República. (22 de diciembre de 1993). Ley General Ambiental de Colombia [Ley 99].
- Consejo de Estado. (2014). Sentencia 467 del río Bogotá.
- Contreras, Y. (2017). *Estado de la vivienda y del espacio público en el municipio de Chía*. Universidad Nacional de Colombia.
- Cortes, J. & Rubio, D. (2016). *Comportamiento espacial de la cobertura vegetal del municipio de Chía, Cundinamarca entre los años 1980-2012 y su relación con la conectividad ecológica del territorio* [Tesis de Grado de Maestría, Universidad de Manizales].
- Cristancho, H. (2010). *Transformación de los espacios rurales en el eje norte de la Sabana Centro de Bogotá (Cota, Chía, Cajicá), por procesos de terciarización (1985-2007)* [Tesis de Grado de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Csorba, P. (2010). Anthropogenic geomorphology and landscape ecology. En J. Szabó, L. Dávid & D. Lóczy, *Anthropogenic geomorphology: a guide to man-made landforms* (págs. 39-51). Springer.
- DANE. (2020). Proyecciones y retroproyecciones de población municipal para el periodo 1985-2017 y 2018-2035 con base en el CNPV 2018. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Delgado, J. (2010). *La construcción social del paisaje de la Sabana de Bogotá 1880-1890* [Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Delgado, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*. Unibiblos, RET, Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz, P. (2013). Influencia de los patrones de ocupación y urbanización del territorio en la desecación del suelo en la Sabana de Bogotá. *Revista Nodo*, 8(15), 97-117.
- Domínguez, A. & Nossa, J. (2019). *Cambio de coberturas vegetales en la estructura ecológica principal (EÉP) del municipio de Chía (Cundinamarca) para el periodo comprendido entre 1994 y 2014* [Trabajo Proyecto Aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD].
- Domínguez, J. & Galindo, J. (2017). *Articulando el patrimonio arquitectónico con las dinámicas del territorio. Caso de estudio: Antiguo colegio Diosa Chía* [Trabajo de Grado, Universidad La Gran Colombia].
- Duarte, E. (2017). *Evolución del valor agregado en el municipio de Chía Cundinamarca* [Proyecto de Grado, Universidad de La Sabana].
- Duran, C. & Suárez, M. (2013). *Gestión ambiental de las zonas afectadas por inundaciones en el municipio de Chía* [Trabajo de Grado de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana].
- El Espectador. (20 de abril de 2011a). Desbordamiento del río Frío inundó seis barrios en Chía.
- El Espectador. (27 de abril de 2011a). Tensión entre comerciantes de Centro Chía por posible inundación.
- El Espectador. (22 de julio de 2012). Casas de la discordia en Chía.
- El Espectador. (8 de julio de 2015). Más de la mitad del suelo de la Sabana de Bogotá se perdió por 'mal' uso.
- El Espectador. (6 de julio de 2017). Chía será exclusivamente residencial.
- El Espectador. (5 de julio de 2018). PTAR 2 de Chía: una bomba a punto de estallar.
- El Espectador. (14 de abril de 2019a). ¿Corrupción, negligencia o mala suerte? la Chucua de Fagua.
- El Espectador. (23 de abril de 2019b). Suspenden provisionalmente el POT de Chía por denuncias de volteo de tierras.
- El Espectador. (14 de febrero de 2021a). Troncal de los Andes: la historia sin fin.
- El Espectador. (17 de marzo de 2021b). La Troncal de los Andes de Chía tendrá nuevo trazado.
- El Periódico de Chía. (21 de marzo de 2015a). Fusca: antigua tierra de dioses, hoy territorio de nadie.
- El Periódico de Chía. (22 de agosto de 2015b). Mañana en Chía gran marcha y Minga Indígena en protesta por la Troncal del Cerro.
- El Periódico de Chía. (8 de marzo de 2017). El multimillonario negocio detrás del suelo en la Sabana de Bogotá.
- El Periódico de Chía. (28 de abril de 2018a). Comunidad de Las Juntas interpone acción de tutela contra la construcción de la PTAR 2.
- El Periódico de Chía. (15 de mayo de 2018b). Crece el rechazo ciudadano frente a la construcción de la PTAR 2 en Chía.
- El Periódico de Chía. (29 de septiembre de 2018c). Gran marcha y plantón de protesta.
- El Periódico de Chía. (29 de abril de 2019). Ampliarán el cauce del río Bogotá en su segunda fase de adecuación.

- El Periódico de Chía. (6 de febrero de 2020a). Carta abierta al alcalde de Chía.
- El Periódico de Chía. (18 de febrero de 2020b). La PTAR II en el Concejo, otro de los grandes dramas de Chía.
- El Periódico de Chía. (11 de marzo de 2020c). ¡Un nuevo POT para Chía! ¿Cómo lo hacemos?
- El Periódico de Chía. (10 de junio de 2020d). Comienza nuevo escándalo en torno a la PTAR de Chía.
- El Tiempo. (6 de mayo de 2006). Inundación afectó a 800 casas en Chía.
- El Tiempo. (17 de septiembre de 2009). El 20 por ciento de la población de Chía sufre por malos olores de planta de aguas negras.
- El Tiempo. (27 de agosto de 2014). Polémica en Chía por revisión al POT.
- El Tiempo. (5 de octubre de 2016). Contraloría sigue descubriendo pecados en manejo de las CAR.
- El Tiempo. (10 de julio de 2017). El POT caldea los ánimos en el municipio de Chía.
- El Tiempo. (12 de enero de 2018a). CAR frena relleno ilegal que destruía un humedal en Chía.
- El Tiempo. (12 de noviembre de 2018b). Corrupción en la PTAR de Chía afecta a exalcalde.
- El Tiempo. (23 de abril de 2019). POT de municipio de Chía entra en suspensión provisional preventiva.
- El Tiempo. (21 de noviembre de 2020). Adecuaciones en río Bogotá evitaron graves inundaciones.
- El Tiempo. (7 de enero de 2021). Guaqueros afectan reserva y resguardo indígena en Chía.
- Flórez, A. (1986). Geomorfología del área Manizales-Chinchiná Cordillera Central-Colombia. En IGAC, *Análisis Geográficos* 9.
- Flórez, A. (1995). Tecto-orogénesis, disección e inestabilidad de vertientes “en los Andes colombianos”. *Revista Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 19(74), 527-534.
- Flórez, A. (2003). *Colombia: evolución de sus relieves y modelados*. Unibiblos, RET, Universidad Nacional de Colombia.
- Flórez, A. (2009). La geografía física: su proyección actual. En J. Montoya, *Lecturas en teoría de la geografía* (págs. 273-318). Universidad Nacional de Colombia Centro Editorial.
- Flórez, A. & Suavita, M. (1997). Génesis y manifestación de las inundaciones en Colombia. *Cuadernos de Geografía - Universidad Nacional de Colombia*, VI (1-2), 60-110.
- Folchi, M. (2001). Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologistas. *Ecología Política*, 22, 79-101.
- Gil, O. (2016). *Noche en que la luna dejó de iluminar las calles del municipio de Chía* [Trabajo de Grado, UPN].
- Gil, S. & Chacón, D. (2018). *Estrategias de planificación para una ciudad en desequilibrio. Caso Chía, Cundinamarca* [Trabajo de Grado, Universidad La Gran Colombia].
- Gómez, N. & Marroquín, K. (2011). *Agricultura urbana en el municipio de Chía con familias de estratos bajos* [Trabajo de Grado, UDCA].
- González, J. (s.f.). La Chucua de Fagua "El reflejo de los humedales en Chía, Cundinamarca".
- Goudie, A. (1993). Human influence in geomorphology. *Geomorphology*, 7, 37-59.
- Goudie, A. (2004). *Encyclopedia of Geomorphology*. Routledge.
- Goudie, A. (2013). *The human impact on the natural environment: past, present, and future* (7th ed.). John Wiley and Sons.
- Goudie, A. & Viles, H. (2016). *Geomorphology in the Anthropocene*. Cambridge University Press.
- Gudynas, E. (2014). Conflictos y extractivismos: conceptos, contenidos y dinámicas. *Decursos, Revista en Ciencias Sociales*, 27-28, 79-115.
- Guerrero, K. (2019). *Plan de manejo de gestión ambiental municipal de Chía* [Trabajo Académico, Fundación Universidad Autónoma de Colombia].
- Gutiérrez, M. (2007). El papel del hombre en la creación y destrucción del relieve. *Revista Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España*, 101(1), 211-226.
- Gutiérrez, M. (2008). *Geomorfología*. Pearson Educación S.A.
- Haff, P. (2003). Neogeomorphology, prediction, and the anthropic landscape. En P. Wilcock & R. Iverson, *Prediction in geomorphology (135)* (págs. 15-26). AG Union Press.
- Haggett, P. (1994). *Geografía una síntesis moderna*. Omega S.A.
- Harvey, D. (1996). *Justicia, naturaleza y la geografía de la diferencia*. Traficantes de sueños, IAEN.
- Helmens, K. & Van der Hammen, T. (1995). Memoria explicativa para los mapas del Neógeno-Cuaternario de la Sabana de Bogotá - Cuenca Alta del Río Bogotá. En IGAC, *Análisis Geográficos* 24 (págs. 91-142).
- Hermelín, M. (2007). Sistemas morfogénicos contrastados en el norte de la Cordillera Central colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 31(119), 199-216.
- Hooke, R. (2000). On the history of humans as geomorphologic agents. *Geology*, 28(9), 843-846.
- Huggett, R. (2010). *Physical Geography. The Key Concepts*. Routledge.
- Huggett, R. (2017). *Fundamentals of geomorphology* (4th ed.). Routledge.
- Hupy, J. (2017). Anthropogeomorphology. En D. Richardson, N. Castree, M. Goodchild, A. Kobayashy, W. Liu & R. Marston, *The International Encyclopedia of Geography*. John Wiley & Sons, Ltd.
- IDEAM. (2010). *Sistemas morfogénicos del Territorio Colombiano*.
- IGAC. (2000). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras de Cundinamarca*. Imprenta Nacional de Colombia.

- IGAC. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. Imprenta Nacional de Colombia.
- IGAC. (2006). *Levantamiento de la cobertura vegetal y uso del suelo del área de jurisdicción CAR*. Imprenta Nacional de Colombia.
- IGAC. (2007a). *Atlas de Cundinamarca*. Imprenta Nacional de Colombia.
- IGAC. (2007b). *Los cañones colombianos, una síntesis geográfica*. Imprenta Nacional de Colombia.
- IGAC. (2014). Modelo Digital de Terreno DTM del Casco Urbano del municipio de Chía. Departamento de Cundinamarca. Escala 1:1.000.
- IGAC. (2018). *Sistema de clasificación geomorfológica aplicado a los levantamientos de suelos*. Imprenta Nacional de Colombia.
- IGAC. (2020). Diccionario Geográfico de Colombia. Obtenido de <http://ssiglwps.igac.gov.co/digeo/app/index.html>
- INCODER. (2013). Acuerdo 315 de 2013. *Por el cual se constituye el Resguardo Indígena Muisca de Fonquetá y Cerca de Piedra*.
- INDERENA. (1976). Acuerdo 0030 de 1976. Aprobado por la Resolución Nacional 076 de 1977. *Por el cual se declaran y alindan unas áreas de reserva forestal y se delegan unas funciones*.
- Isaza, J. (2008). *Conurbación y desarrollo sustentable: una estrategia de intervención para la integración regional* [Trabajo de Grado de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana].
- James, L., Harden, C. & Clague, J. (2013). Geomorphology of human disturbances, climate change, and hazards. En J. Shroder, *Treatise on Geomorphology (13)*. Academic Press.
- Jaramillo, J. & Sicard, J. (2017). Resguardo muisca Fonquetá Cerca de Piedra, hitos de memoria y territorio. En P. Gómez, F. Reyes & U. Tomás (Ed.), *Territorios y memorias culturales muiscas: Etnografías, cartografías y arqueologías* (págs. 145-164). Ediciones USTA.
- Johnston, R. (2000). Conflicto. En R. Johnston, D. Gregory & D. Smith, *Diccionario Akal de geografía humana*. Akal.
- Khobzi, J. & Usselmann, P. (1974). Problemas de geomorfología en Colombia. *Bull. Inst. Fr. Et. And.*, III (4), 59-86.
- Kondolf, M. & Piégay, H. (2011). Geomorphology and Society. En K. Gregory & A. Goudie, *The SAGE handbook of geomorphology* (págs. 105-117). Sage Publications Ltd.
- Lave, R. (2014). Engaging within the Academy: A call for critical physical geography. *ACME: An International E-Journal for Critical Geographies*, 13(4), 508-515.
- Lave, R. (2015). Introduction to special issue on critical physical geography. *Progress in Physical Geography*, 39(5), 571-575.
- Lave, R., Biermann, C. & Lane, S. (2018). *The palgrave handbook of critical physical geography*. Macmillan.
- Li, J., Yang, L., Pu, R. & Liu, Y. (2017). A review on anthropogenic geomorphology. *Journal of Geographical Sciences*, 27(1), 109-128.
- Loaiza, N. & Aceituno, F. (2015). Reflexiones en torno al Arcaico colombiano. *Revista Colombiana de Antropología*, 51(2), 121-146.
- Lóczy, D. & Sütö, L. (2011). Human activity and geomorphology. En K. Gregory & A. Goudie, *The SAGE handbook of geomorphology* (págs. 267-285). Sage Publications Ltd.
- López, M. (2014). *Estampas históricas de la ciudad de la luna. Chía su gente, sus tradiciones y sus condiciones de vida en la segunda mitad del siglo XX*. Kimpres.
- López, L. & Barata, T. (2015). Conurbación. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 127-128). Universidad de León.
- Lugo, J. (2011). *Diccionario geomorfológico*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Madrid, A. & Ortiz, L. (2005). *Análisis y síntesis en cartografía: algunos procedimientos*. Unibiblos - Ciudad Universitaria - Siglo del Hombre Editores.
- MADS. (2012a). Resolución 511 de 2012. *Por medio de la cual se establece el procedimiento para la realindereación de la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del río Bogotá y se adoptan otras determinaciones*.
- MADS. (2012b). Resolución 755 de 2012. *Por medio de la cual se establecen determinaciones respecto al uso y funcionamiento de la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá y se modifica la Resolución número 511 de 2012*.
- MADS. (2013). Resolución 1200 de 2013. *Por medio de la cual se sustrae un área de la reserva forestal protectora productora de la cuenca alta del río Bogotá y se toman otras determinaciones*.
- Manero, F. (2015). Territorio. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 588-589). Universidad de León.
- Marco, J., Matarredona, E. & Padilla, A. (2000). La dimensión espacial de los riesgos geomorfológicos. *Boletín de la E.G.E.* (30), 85-101.
- Martínez, J. (2008). Conflictos ecológicos y justicia ambiental. *Papeles*, 103, 11-27.
- Matiz, C. (1941). *Chía la ciudad de la luna*. Imprenta Departamental.
- Meadows, M. & Lin, J. (2016). *Geomorphology and Society*. Springer.
- Mejía, L. & Chicué, D. (2014). *Análisis de vulnerabilidad territorial por inundación en el municipio de Chía, Cundinamarca* [Trabajo de Grado, Universidad Católica de Colombia].

- Melgarejo, M. (2018). *Qué impactos genera la construcción de la troncal de los Andes para el municipio de Chía* [Trabajo Académico, Universidad Militar Nueva Granada].
- Mendoza, L. (2014). *Identificación del conflicto de uso del suelo en la vereda Yerbabuena, Municipio de Chía* [Trabajo Académico, Universidad Militar Nueva Granada].
- Meyer, W. & Turner II, B. (1997). Human transformation of the Earth. En S. Hanson, *Ten Geographic ideas that changed the World* (págs. 125-142). Rutgers University Press.
- Montoya, D. & Reyes, G. (2007). *Geología de la Sabana de Bogotá*. INGEOMINAS.
- Mora, K. (2019). *Entre sequías, heladas e inundaciones. Clima & Sociedad en la Sabana de Bogotá 1690-1870*. Centro Editorial Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.
- Moreira, R. (2017). *Qué es la geografía* (T. J. Quintero, Trad.). CIS.
- Moreno, A. & D'Pablos, S. (2019). *Diseño del plan de calidad para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del Municipio de Chía, PTAR Chía II* [Trabajo de Grado de Especialización, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña].
- Moroz-Caccia, I. (2010). *Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo* [Tesis de Grado de Doctorado, USP].
- Naranjo, M. & Sepúlveda, A. (2016). *Territorio Mhuysqa. Acercamiento al conocimiento local de la fauna, la flora y la relación de las comunidades de Cota, Chía y Sesquillé con el agua*. CAR - Sociedad Colombiana de Etnobiología.
- Nir, D. (1983). *Man, a geomorphological agent: an introduction to antropic geomorphology*. Keter Publ. House.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E. & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis* (4ta ed.). Ediciones de la U.
- Oguchi, T. & Butler, D. (2017). Geomorphic systems. En D. Richardson, N. Castree, M. Goodchild, A. Kobayashi, W. Liu & R. Marston, *The International Encyclopedia of Geography*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Ortega, J. (2000). *Los horizontes de la geografía: teoría de la geografía*. Ariel Geografía.
- Ortiz, M., Espinosa, L. & Oliva, G. (2019). *Apuntes de geografía física y del paisaje*. Instituto de Geografía - UNAM.
- Osorio, G. (2011). *Segregación residencial de pequeña escala. El caso de los barrios cerrados en la vereda Cerca de Piedra del municipio de Chía 1980-2005* [Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Pachón, A. (2014). *Análisis sobre la problemática ambiental que presenta el municipio de Chía con respecto al Plan de Ordenamiento Territorial y la posible construcción de la Troncal El Cerro* [Trabajo Académico, Universidad Militar Nueva Granada].
- Palacio, G. (2002). Notas sobre la noción de conflicto ambiental: ¿un nuevo matiz en el análisis histórico? En G. Palacio & A. Ulloa, *Repensando La Naturaleza. Encuentros y desencuentros disciplinarios en torno a lo ambiental* (págs. 193-203).
- Panizza, M. (1996). *Environmental Geomorphology. Developments in Earth Surface Processes* (4). Amsterdam: Elsevier Science.
- Peloggia. (1999). O Tecnógeno existe? *Conferencia: 9 Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*.
- Peloggia, A., Silva, E. & Nunes, J. (2014). Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 5(2), 67-81.
- Pérez, M. (2011). Conceptos y métodos de la geografía. *Revista Geográfica Digital. IGUNNE*, 8(15), 1-42.
- Pérez, E. (2015). Problemática ambiental. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 502-503). Universidad de León.
- Phillips, J. (2009). Changes, perturbations, and responses in geomorphic systems. *Progress in Physical Geography*, 33(1), 17-30.
- Piacente, S. (1996). Man as geomorphological agent. En M. Panizza, *Environmental Geomorphology. Developments in Earth Surface Processes* (4) (págs. 197-214). Elsevier Science.
- Poloche, V. (2015). *Revisión de la documentación existentes sobre las áreas de protección de la zona de influencia del río Frío en Chía y río Torca en el norte de Bogotá* [Trabajo de Grado, Universidad Militar Nueva Granada].
- Porto Gonçalves, C. (2006). *El desafío ambiental*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Preciado, J. (2015). *Desarrollo regional y medio ambiente: desafíos para la construcción de la región metropolitana de Bogotá*. UD Editorial.
- Price, S., Ford, J., Cooper, A. & Neal, C. (2011). Human as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 369(1938), 1056-1086.
- Publímtero. (29 de noviembre de 2019). Chía, en expansión urbana mientras sus ríos mueren.
- Quijano, J. (2012). *Estudio hidráulico e hidrológico zona baja del río Frío para estudio de inundaciones en Chía, propuesta y seguimiento de obras hidráulicas para protección de viviendas y vías* [Trabajo de Grado, Universidad Libre].
- Quiñones, J. (2019). *Impactos ambientales de la construcción de vivienda informal en suelo no urbano en el municipio de Chía* [Monografía Grado Especialista, Fundación Universidad América].

- Ramírez, B. (2015). Paisaje. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 442-444). Universidad de León.
- Ramírez, L. & Benavides, E. (2013). *Tratamiento de suelos productivos de la Sabana afectados por inundaciones del río Bogotá. Estudio de caso Chía (Cundinamarca)* [Trabajo de Grado, Universidad Libre].
- Randle, P. (1978). *El método de la geografía. Cuestiones epistemológicas*. Oikos.
- Rangel, N. (2009). Contribución antropogénica a los cambios geomorfológicos y evolución reciente de la costa Caribe Colombiana. *Gestión y Ambiente*, 12(2), 43-56.
- Rato, H. (2015). Fotointerpretación. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 256-257). Universidad de León.
- Reboratti, C. (2011). Geografía y ambiente. En G. Bocco, P. Urquijo & A. Vieyra, *Geografía y ambiente en América Latina* (págs. 21-44). CIGA.
- Registro Urbano. (8 de febrero de 2018). CAR frena otro relleno ilegal en el humedal Chucua de Fagua.
- Rivas, V., Cendrero, A., Hurtado, M., Cabral, M., Giménez, J., Forte, L., del Río, L., Cantú, M. & Becker, A. (2006). Geomorphic consequences of urban development and mining activities; an analysis of study areas in Spain and Argentina. *Geomorphology*, 73, 185-206.
- Rivera, D. (2004). *Altiplanos de Colombia*. Libros de la Colección Ecológica del Banco de Occidente.
- Robertson, K., Jaramillo, O. & Castiblanco, M. (2013). *Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000*. IDEAM.
- Rodrigues, C. (2005). Morfología original e morfología antropogénica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na Metrópole Paulista. *Revista do Departamento de Geografia - USP*, 17, 101-111.
- Rodrigues, C. (2010). Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos. Desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia - USP*, 20, 111-125.
- Rodríguez, L. (2019). La construcción del paisaje agrícola prehispánico en los Andes colombianos: el caso de la Sabana de Bogotá. *SPAL*, 28(1), 193-215.
- Rodríguez, N. (2016). *Evaluación del funcionamiento hidráulico y ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Chía, Cundinamarca* [Trabajo de Grado de Especialización, Universidad Libre].
- Rózsa, P. (2007). Attempts at qualitative and quantitative assessment of human impact on the landscape. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 30, 233-238.
- Rózsa, P. (2017). *Interaction between human Society and geomorphology in space and time based on case studies from Hungary*.
- Rózsa, P., Incze, J., Balogh, S. & Novák, T. J. (2020). A novel approach to quantifying the degree of anthropogenic surface transformation - the concept of 'Hemeromorphy'. *Erkunde*, 74(1), 45-57.
- Sabatini, F. (1997). Conflictos ambientales y desarrollo sustentable de las regiones urbanas. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 23(68), 77-91.
- Sánchez, S. (2014). *Un instante en la eternidad. Memorias de Chía*. Imfoarte Ltda.
- Santos, M. (1990). *Por una geografía nueva*. Espasa-Calpe S.A.
- Santos, M. (1996). *Metamorfosis del espacio habitado* (T. G. Vargas, Trad.). Oikos-Tau. S.L.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción* (M. Silveira, Trad.). Ariel. S.A.
- Semana. (22 de diciembre de 2017). Las denuncias del senador Galán contra el alcalde de Chía.
- Semana. (12 de noviembre de 2020). Las razones de la protesta contra las obras en los ríos de la Sabana de Bogotá.
- Serrato, P. (2009). Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales. *Perspectiva Geográfica*, 14, 181-218.
- Sharma, V. (2010). *Introduction to process geomorphology*. CRC Press.
- Sociedad Geográfica de Colombia. (1998). *Cuenca alta del río Bogotá; descripción y diagnóstico*. Academia de Ciencias Geográficas.
- Soler, M. (2018). *El río Frío en el municipio de Chía. Un lugar de representaciones en tensión, de dominación y resistencia* [Tesis de Grado, Universidad Externado de Colombia].
- Sposito, E. (2015). Trabajo de campo. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 590-591). Universidad de León.
- Stamm, C. & Aliste, E. (2014). El aporte de un enfoque territorial al estudio de los conflictos socioambientales. *Revista Faro*, 2(20), 66-78.
- Svampa, M. (2012). Consenso de los commodities, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina. En OSAL, & CLACSO, *Movimientos socioambientales en América Latina* (págs. 15-38).
- Szabó, J. (2010). Anthropogenic geomorphology: subject and system. En J. Szabó, L. Dávid & D. Lóczy, *Anthropogenic geomorphology: a guide to man-made landforms* (págs. 3-10). Springer.
- Szabó, J., Dávid, L. & Lóczy, D. (2010). *Anthropogenic geomorphology: a guide to man-made landforms*. Springer.
- Talero, C. (2016). *Alternativas de solución de problemática legal y ambiental de 10 canteras en el norte de la Sabana de Bogotá* [Trabajo de Grado, Universidad Militar Nueva Granada].

- Tarolli, P., Cao, W., Sofia, G., Evans, D. & Ellis, E. (2019). From features to fingerprints: A General Diagnostic Framework for Anthropogenic Geomorphology. *Progress in Physical Geography*, 43(1), 95-128.
- Tarolli, P., Sofia, G. & Cao, W. (2018). The geomorphology of the human age. En S. Dellasala & M. Goldstein, *Encyclopedia of the Anthropocene* (págs. 35-43). Elsevier.
- Tricart, J. (1956). La geomorphologie et les hommes. *Rev. Geom. Dynamique*, 4, 154-156.
- Trinca, D. (2015). Espacio geográfico. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio* (págs. 224-225). Universidad de León.
- Ulloa, A. (2017). Dinámicas ambientales y extractivas en el siglo XXI: ¿Es la época del Antropoceno o del Capitaloceno en Latinoamérica? *Desacatos*, 58-73.
- Universidad de La Sabana. (2018). *Informe de calidad de vida 2018 Sabana Centro como vamos*.
- Universidad Nacional de Colombia - CAR. (2011). *Proyecto Borde Norte de Bogotá Fase 2. Producto: Informe final*.
- Van der Hammen, T. (1995). La última glaciación en Colombia (Glaciación Cocuy; Fuquense). En IGAC, *Análisis Geográficos 24* (págs. 69-89).
- Van der Hammen, T. (1988). *El valle del río Frío*. Chía.
- Van der Hammen, T. (1998). *Plan ambiental de la cuenca alta del río Bogotá. Análisis y orientaciones para el ordenamiento territorial*. CAR.
- Van der Hammen, T. (2003). La estratigrafía e historia del Neógeno y Cuaternario de la cuenca alta del río Bogotá: una evaluación después de completar el mapeo. En IGAC, *Análisis Geográficos 26* (págs. 101-120).
- Van Zuidam, R. (1985). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. (ITC, Ed.) Smits Publishers.
- Vargas, G. (2004). Geomorfología. En INGEOMINAS, *Aspectos geoambientales de la Sabana de Bogotá. Publicación especial No. 27*.
- Vargas, L. & Cifuentes, D. (2006). *Proceso de conurbación de los municipios de la Sabana de Bogotá: Análisis del municipio de Chía* [Trabajo de Grado, Universidad de La Salle].
- Vega, R. (27 de Febrero de 2017). *El Capitaloceno*. Obtenido de Rebelión: <https://www.rebelion.org/docs/223396.pdf>
- Verstappen, H. & Van Zuidam, R. (1991). *El sistema ITC para levantamientos geomorfológicos. ITC Publication 10* (2th ed.). Revised ed.
- Vieira, A. (2015). Riesgo natural. En L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León.
- Walter, M. (2009). *Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental. Reflexionando sobre enfoques y definiciones*. CIP-ECOSOCIAL - Boletín ECOS No. 6.
- Zambrano, F. & Bernard, O. (1993). *Ciudad y Territorio. El proceso de poblamiento en Colombia*. Tercer Mundo Editores.
- Zinck, J. (2012). *Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales*. ITC Special Lecture Notes Series.

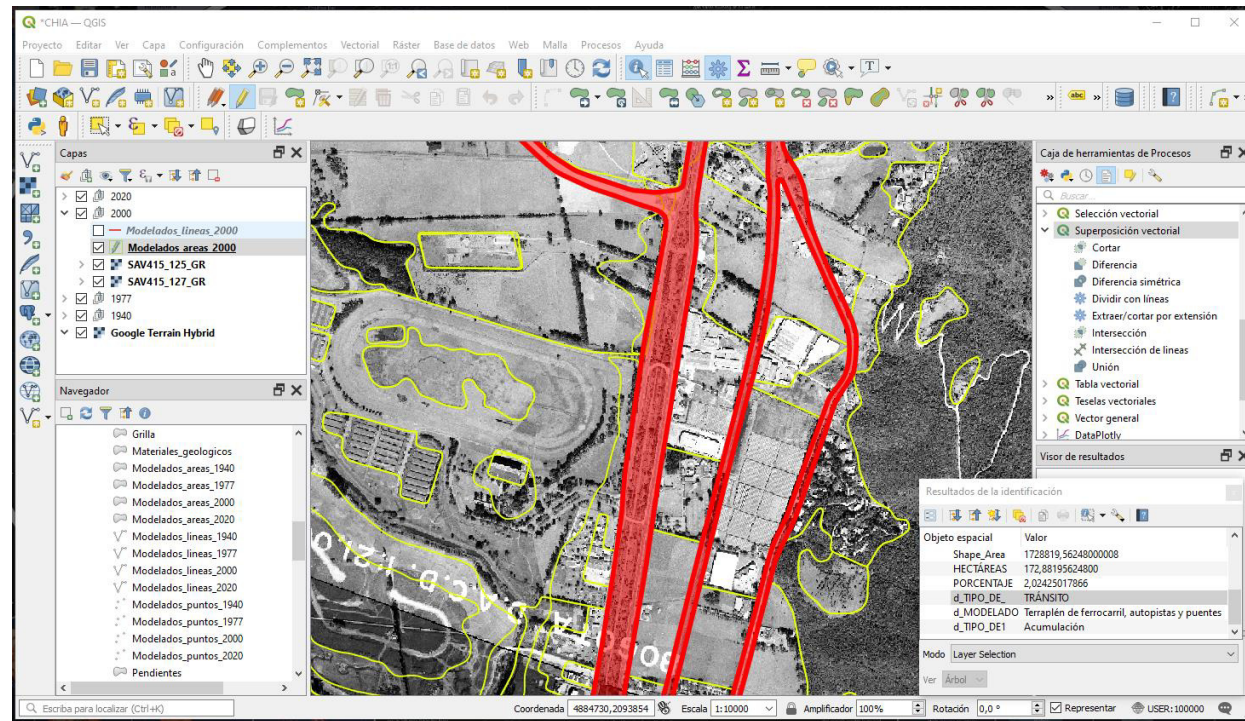
RECURSOS WEB

- <http://www.chia-cundinamarca.gov.co/>
- <http://200.122.252.15/sigeochiaweb/>
- <https://www.car.gov.co/vercontenido/41>
- <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>
- <https://catalogoenlinea.bibliotecanacional.gov.co/>
- <https://www.banrepcultural.org/>
- <https://babel.banrepcultural.org/>
- <https://paisajescoloniales.com/>
- <https://www.caroycuervo.gov.co/>
- <https://earth.google.com/web>
- <https://search.asf.alaska.edu/#/>
- <https://www.qgis.org/en/docs/index.html>
- <https://www.esri.com/en-us/home>
- <https://mappinggis.com/>
- <https://www.hypergeo.eu/spip.php?rubrique45>
- <https://geoportal.igac.gov.co/es/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>

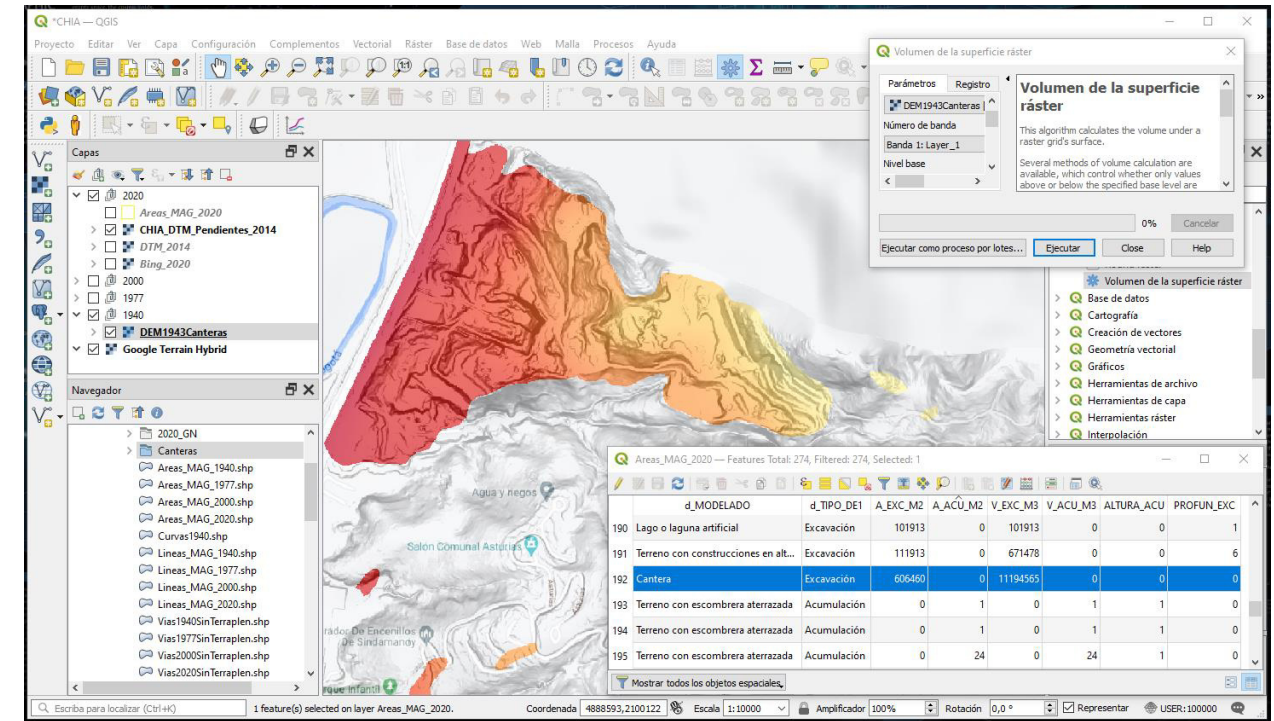
APÉNDICES

APÉNDICE A. Interpretación, digitalización, cálculo y categorización de información

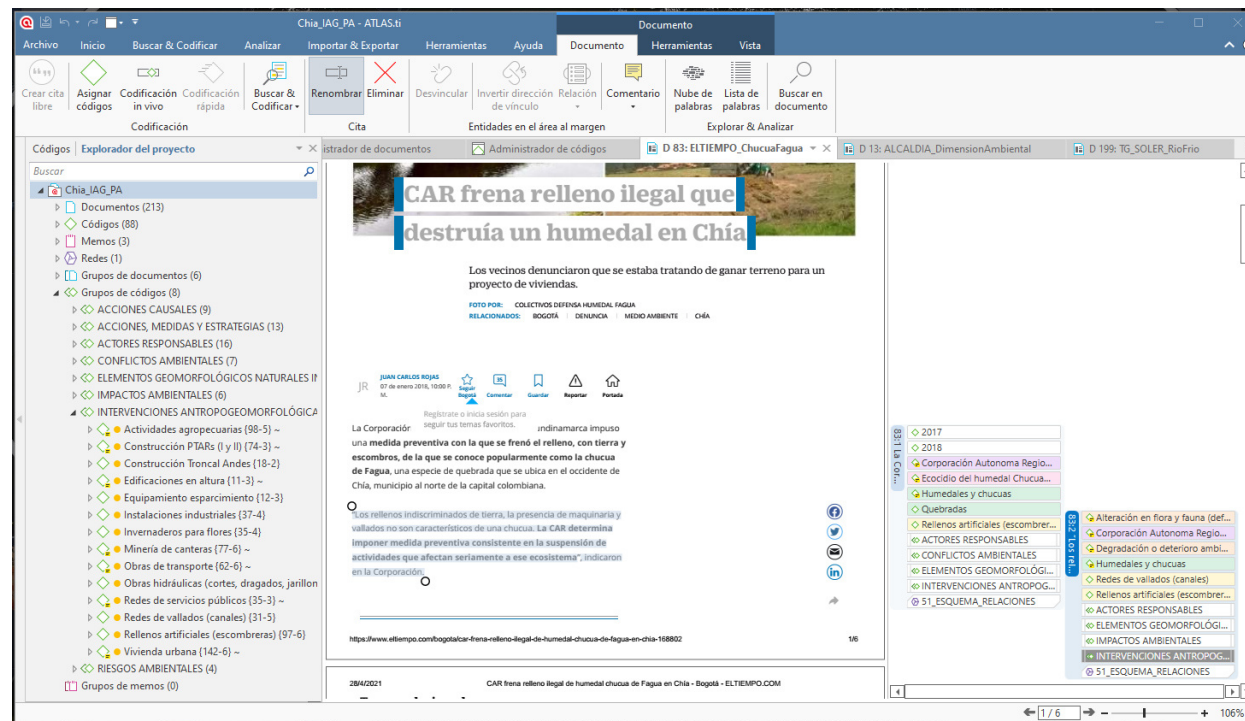
- Ejemplo de interpretación y digitalización de información en QGIS:



- Ejemplo de mediciones y cálculos cuantitativos en QGIS:



- Ejemplo de codificación de información cualitativa (citas) en ATLAS.ti:



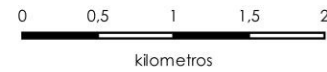
APÉNDICE B. Guía de lectura para las tablas descriptivas

NOMBRE DE LA GEOFORMA NATURAL (Nomenclatura)
Descripción de la unidad geomorfológica natural (relieve o modelado) en cuanto a la morfología, morfografía, morfogénesis, morfometría, composición (materiales) y morfodinámica
Referencia geográfica: sitios o lugares principales del territorio municipal que presentan las características o condiciones geomorfológicas descritas
NOMBRE DEL MODELADO ANTRÓPICO
Descripción del modelado o unidad geomorfológica antrópica en cuanto a sus formas, materiales, procesos y efectos ambientales
Referencia geográfica: sitios o lugares principales del territorio municipal que presentan las características o condiciones geomorfológicas descritas

APÉNDICE C. Mapa geomorfológico natural

Fuente: Elaboración propia.

**GEOMORFOLOGÍA NATURAL (PRE-PERTURBACIÓN)
MUNICIPIO DE CHÍA**



Escala 1:50.000

Fuente temática: Castiblanco (2020)
Insumos: Fotografías aéreas vuelo 45 de 1936, vuelo A-47 de 1939, vuelo C-43 de 1940, vuelo A-148 de 1940 - MDT, IGAC, 2010 y 2014

Base cartográfica: Datos abiertos IGAC 1:25.000 y 1:10.000

Sistema de proyección único para Colombia: CTM12 (Datum Magna-Sirgas)

Elaboración: Miguel A. Castiblanco S., 2021
Software QGIS 3.16

Proyecto de Grado: INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS EN EL TERRITORIO MUNICIPAL DE CHÍA, CUNDINAMARCA/COLOMBIA
Problemáticas ambientales relacionadas para el siglo XXI

AMBIENTES MORFOGÉNICOS Y GEOFORMAS ESPECÍFICAS

PERIGLACIAR HEREDADO (Controlado por la estructura)

- Pfd** Frente erosional en sedimentitas duras
- Prd** Revés estructural en sedimentitas duras
- Prda** Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas

ESTRUCTURAL

- Efd** Frente erosional en sedimentitas duras
- Efb** Frente erosional en sedimentitas blandas
- Erd** Revés estructural en sedimentitas duras
- Erda** Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas
- Erba** Revés estructural en sedimentitas blandas con alteritas
- Ec** Cerro residual

COLUVIO-ALUVIAL

- Cl** Ladera coluvial
- Cv** Vallecito de montaña
- Cg** Glacis de acumulación
- Cm** Manto de derrubios
- Cd** Cono de deyección

FLUVIO-LACUSTRE

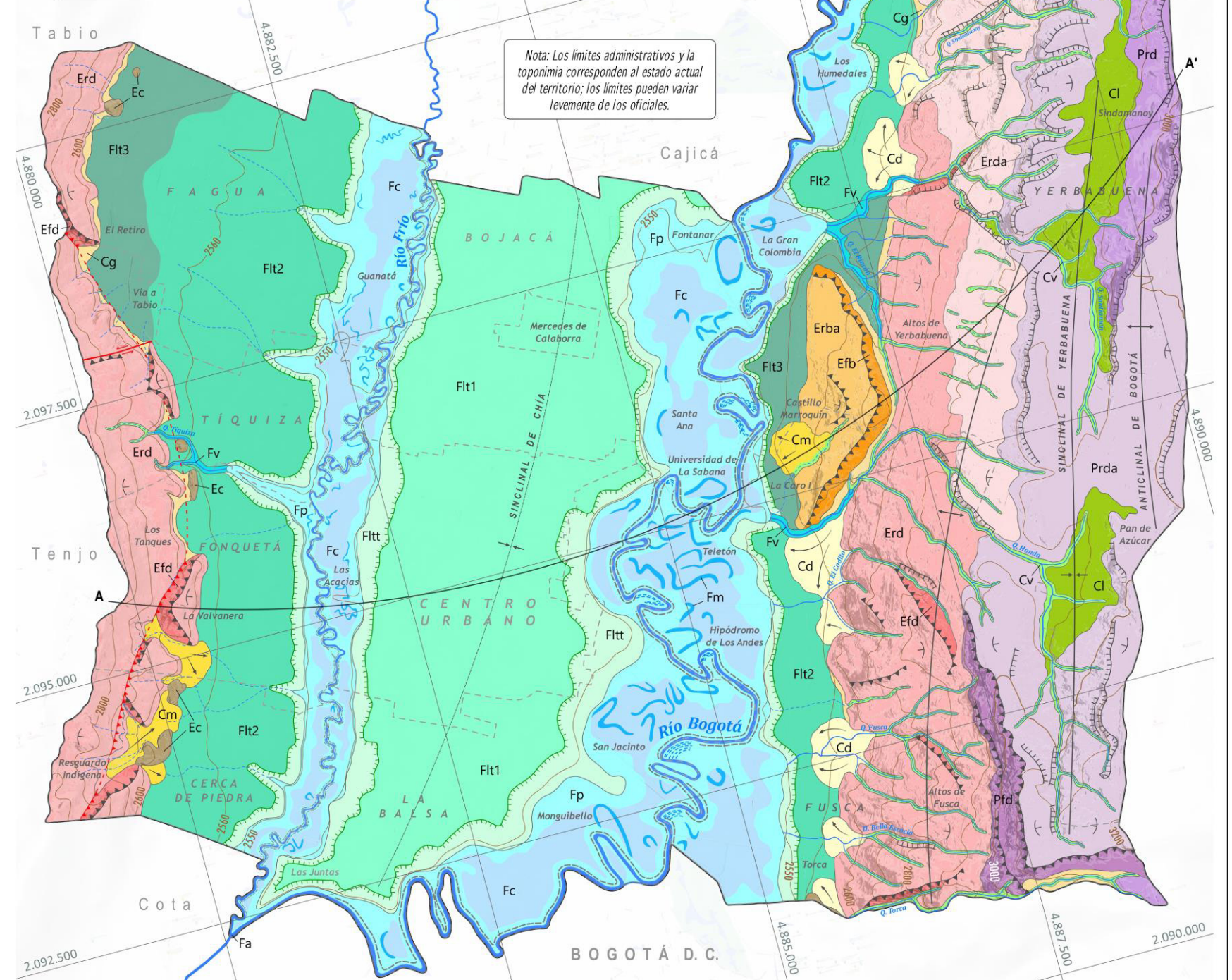
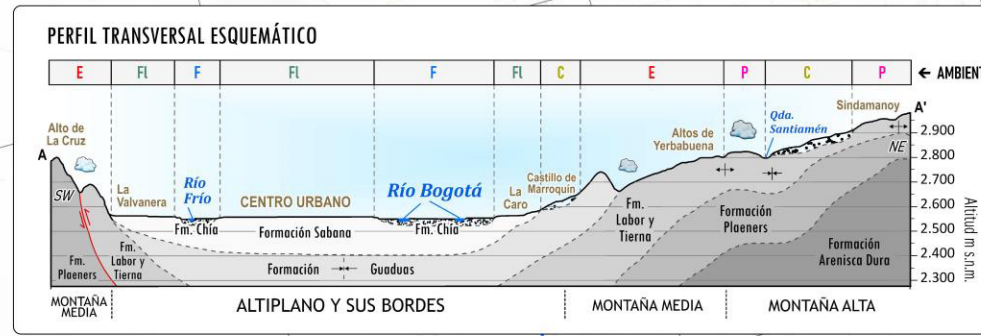
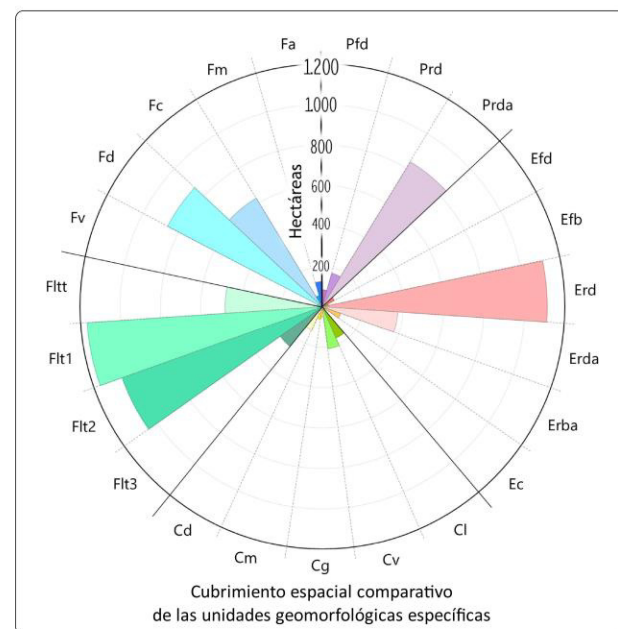
- Flt3** Plano de terraza nivel alto
- Flt2** Plano de terraza nivel medio
- Flt1** Plano de terraza nivel bajo
- Fltt** Talud de terraza

FLUVIAL

- Fv** Vallecito de altiplano
- Fp** Plano de desborde
- Fc** Cubeta de decantación
- Fm** Meandros y cauces abandonados
- Fa** Cauce aluvial activo

COMPONENTES GEOMORFOLÓGICOS

- Dirección flujo de cono
- Escarpe de terraza
- Complejo de orillares
- Dique aluvial
- Corriente hidrica
- 3000— Curva de nivel
- Pendiente estructural
- Eje anticlinal
- Eje sinclinal
- Escarpe estructural
- Escarpe erosional
- Falla inversa
- Falla de rumbo sinistral

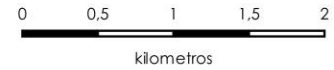


Nota: Los límites administrativos y la toponimia corresponden al estado actual del territorio; los límites pueden variar levemente de los oficiales.

APÉNDICE D. Mapa antropogeomorfológico año 2020

Fuente: Elaboración propia.

**INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS
MUNICIPIO DE CHÍA, AÑO 2020**



Escala 1:50.000

- Insumos:
- Imagen SPOT, 2007
 - Imagen RapidEye, 2009
 - Ortofotomosaico digital, IGAC, 2010 y 2014
 - MDT, IGAC, 2010 y 2014
 - Imagen satelital portal Google Earth, 2019
 - Imagen satelital portal Bing, 2020

Base cartográfica: Datos abiertos IGAC 1:25.000 y 1:10.000

Sistema de proyección único para Colombia:
CTM12 (Datum Magna-Sirgas)

Elaboración: Miguel A. Castiblanco S., 2021
Software QGIS 3.16

Proyecto de Grado: INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS
EN EL TERRITORIO MUNICIPAL DE CHÍA, CUNDINAMARCA/COLOMBIA
Problemáticas ambientales relacionadas para el siglo XXI

ANTROPOMODELADOS

LIGADOS AL AGRO

- 1 Terreno con cobertura vegetal intervenida
- 2 Terreno con cultivos y/o pastizales
- 3 Terreno con cultivos confinados

LIGADOS A LA MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS

- 4 Cantera
- 5 Terreno con escombrera aterrazada
- 6 Terreno con escombrera en montículos
- 7 Terreno con equipamiento industrial

LIGADOS A LA GESTIÓN HÍDRICA

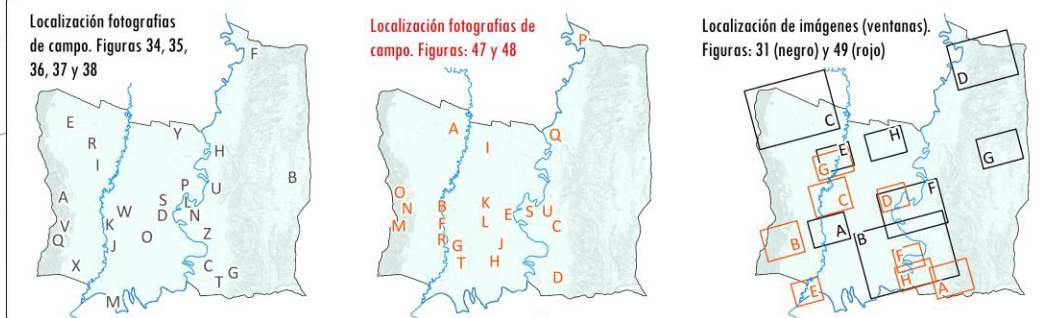
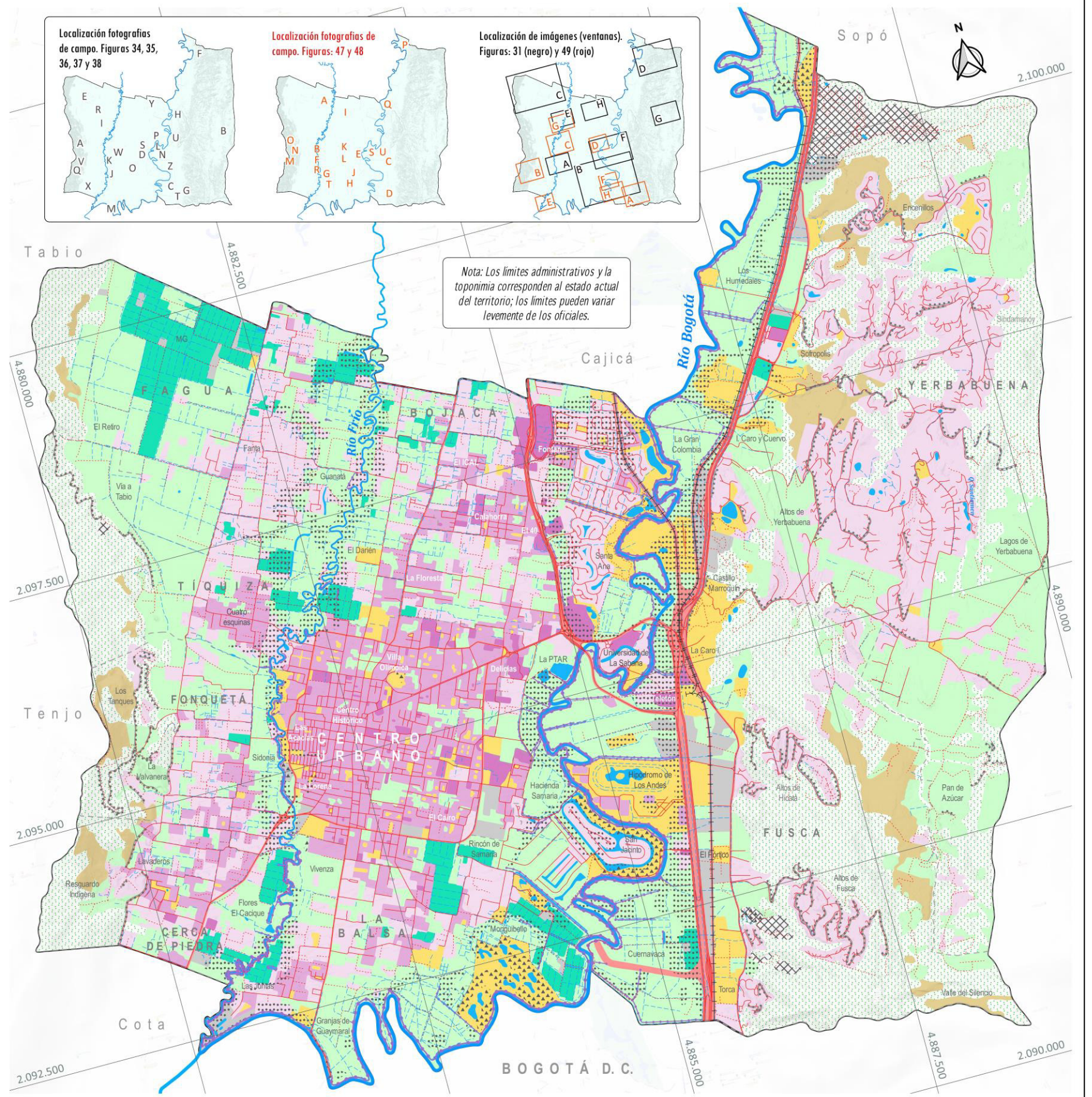
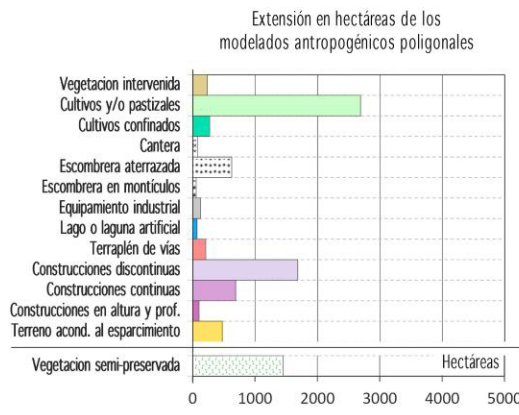
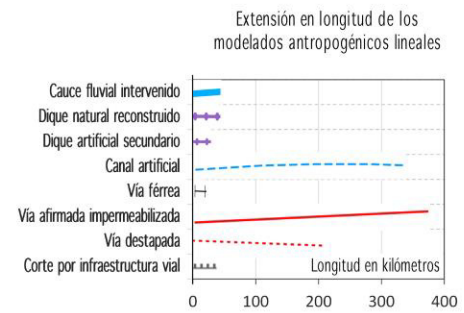
- 8 Cauce fluvial intervenido
- 9 Dique natural reconstruido
- 10 Dique artificial secundario
- 11 Canal artificial
- 12 Lago o laguna artificial

LIGADOS AL TRÁNSITO

- 13 Via férrea
- 14 Via afirmada impermeabilizada
- 15 Via sin afirmar destapada
- 16 Corte asociado a infraestructura vial
- 17 Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes

LIGADOS A LA URBANIZACIÓN

- 18 Terreno con construcciones discontinuas
- 19 Terreno con construcciones continuas
- 20 Terreno con construcciones en altura y profundidad
- 21 Terreno acondicionado al esparcimiento
- 22 Terreno con vegetación semi-preservada



Nota: Los límites administrativos y la toponimia corresponden al estado actual del territorio; los límites pueden variar levemente de los oficiales.

APÉNDICE E. Mediciones absolutas individuales

Sistemas morfogénicos naturales:

AMBIENTE	Código	Geofoma específica	Hectáreas	% de cubrimiento
1	Pfd	Frente erosional en sedimentitas duras	84	1
2	Prd	Revés estructural en sedimentitas duras	172	2,1
3	Prda	Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas	838	10,4
4	Efd	Frente erosional en sedimentitas duras	67	0,8
5	Efb	Frente erosional en sedimentitas blandas	31	0,4
6	Erd	Revés estructural en sedimentitas duras	1119	13,9
7	Erda	Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas	374	4,6
8	Erba	Revés estructural en sedimentitas blandas con alteritas	96	1,2
9	Ec	Cerro residual	16	0,2
10	Cl	Ladera coluvial	169	2,1
11	Cv	Vallecito de montaña	210	2,6
12	Cg	Glacis de acumulación	51	0,6
13	Cm	Manto de derrubios	53	0,6
14	Cd	Cono de deyección	127	1,6
15	Flt3	Plano de terraza nivel 3	253	3,1
16	Flt2	Plano de terraza nivel 2	1050	13
17	Flt1	Plano de terraza nivel 1	1165	14,5
18	Fltt	Talud de terraza	480	6
19	Fv	Vallecito de altiplano	26	0,3
20	Fp	Plano de desborde	862	10,7
21	Fc	Cubeta de decantación	628	7,8
22	Fm	Meandros y cauces abandonados	57	0,7
23	Fa	Cauce aluvial activo	123	1,5
Total			8.046	100

Unidades administrativas y zonas ambientales:

ZONAS administrativas	Unidades administrativas	Hectáreas	% de cubrimiento
1 ORIENTAL	Vereda FUSCA	1.494	18,6
	Vereda YERBABUENA	2.368	29,4
3 CENTRAL	Vereda BOJACÁ	801	9,9
	Perímetro Urbano CALAHORRA	40	0,5
	CENTRO URBANO	580	7,2
	Vereda LA BALSA	878	10,9
7 OCCIDENTAL	Vereda FAGUA	764	9,5
	Vereda TÍQUIZA	407	5,1
	Vereda FONQUETÁ	379	4,7
	Vereda CERCA DE PIEDRA	337	4,2
Total		8.046	100

ZONAS ambientales POMCA	Subzonas ambientales	Hectáreas	% de cubrimiento
1 ÁREAS PROTEGIDAS	Áreas SINAP (RFPN y RFPP)	870	10,8
2 ÁREAS DE PROTECCIÓN	Áreas de importancia ambiental (Bosque denso, Ronda río Bogotá, Suelos clase VIII)	605	7,5
	Áreas de amenazas naturales	563	7,0
4 ÁREAS DE RESTAURACIÓN	Áreas con reglamentación especial (Resguardo Indígena)	199	2,5
	Áreas de restauración ecológica	954	11,9
6 ÁREAS PARA LA PRODUCCIÓN	Áreas de recuperación para el uso múltiple	705	8,8
	Áreas agrícolas	77	1,0
8 ÁREAS URBANAS	Áreas agrosilvopastoriles	2.490	30,9
	Áreas urbanas municipales	1.584	19,7
Total		8.046	100

Sistemas morfogénicos antrópicos:

TIPO DE INTERVENCIÓN	Modelado o antropogeoforma	Tipo de modelado	Valores estimados en hectáreas y kilómetros			
			1940	1977	2000	2020
0	Vestigios de camellones muiscas	Mixto	5			
1 AGROGÉNICA	Terreno con vegetación intervenida	No aplica	1.015	698	286	230
	Terreno con cultivos y/o pastizales	No aplica	4.738	4.862	3.766	2.595
3	Terreno con cultivos confinados	Aplanamiento		63	271	268
4	Cantera	Excavación	11	51	45	75
5	Terreno con escombrera aterrazada	Acumulación	43	205	381	621
6	Terreno con escombrera en montículos	Acumulación	3	7	9	53
7	Terreno con equipamiento industrial	Acumulación y aplanamiento		25	81	118
8	Cauce fluvial intervenido	Excavación		0,4	1	45
9	Dique natural reconstruido	Acumulación	10	31	38	41
10	Dique artificial secundario	Acumulación	1	15	22	27
11	Canal artificial	Excavación	279	282	306	336
12	Lago o laguna artificial	Excavación		11	31	61
13	Vía férrea	Aplanamiento	17	14	14	14
14	Vía afirmada impermeabilizada	Acumulación y aplanamiento		45	188	375
15	Vía destapada	Acumulación y aplanamiento	146	219	266	202
16	Corte asociado a infraestructura vial	Excavación	4	11	29	34
17	Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes	Acumulación y aplanamiento	66	113	170	205
18	Terreno con construcciones discontinuas	Aplanamiento	162	522	1039	1.678
19	Terreno con construcciones continuas	Acumulación y aplanamiento	23	78	344	685
20	Terreno con construcciones en altura y profundidad	Excavación			11	99
21	Terreno acondicionado al esparcimiento	Acumulación y aplanamiento		66	234	451
22	No aplica	Terreno con vegetación semi-preservada	1.896	1.400	1.621	1.448
Totales en hectáreas			7.962	8.101	8.289	8.585
Totales en kilómetros			458	618	864	1074

APÉNDICE F. Mediciones absolutas de superposición en hectáreas y kilómetros

TIPO DE INTERVENCIÓN		SISTEMAS MORFOGÉNICOS NATURALES																										
		AMBIENTE MORFOGÉNICO		ESTRUCTURAL							COLUVIO-ALUVIAL					FLUVIO-LACUSTRE			FLUVIAL									
		Geoforma	Natural	Frente erosional en sed. duras	Revés estructural en sed. duras	Revés estructural en sed. duras con alteritas	Frente erosional en sed. duras	Frente erosional en sed. blandas	Revés estructural en sed. duras	Revés estructural en sed. duras con alteritas	Revés estructural en sed. blandas con alteritas	Cerro residual	Ladera coluvial	Vallecito de montaña	Glacis de acumulación	Cono de derrubios	Cono de deyección	Plano de terraza nivel 3	Plano de terraza nivel 2	Plano de terraza nivel 1	Talud de terraza	Vallecito de altiplano	Plano de desborde	Cubeta de decantación	Meandros y cauces aba.	Cauce aluvial activo		
SIS. MORE. ANTRÓPICOS - AÑO 1940	AGROGÉNICA	Vestigios de camellones muiscas																										
		Terreno con vegetación intervenida		47	165	21	22	328	181	50	5,4	49	72	16	21	26	3,4	1,3					6,8	71,1	1,1			
		Terreno con cultivos y/o pastizales		9,8	239	1,2	3,7	139	143	42	4	46	43	23	26	79	223	1.018	1.043	438	15		678	426	33			
		Terreno con cultivos confinados																										
	MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS	Cantera		0,1		0,2		4,5	6,3							0,2												
		Terreno con escombrera aterrazada													0,8		6,5	0,2	0,2	12	0,1		21	1,8				
		Terreno con escombrera en montículos															1,5	0,8					0,7					
		Terreno con equipamiento industrial																										
	GESTIÓN HÍDRICA	Cauce fluvial intervenido																										
		Dique natural reconstruido																						10				
		Dique artificial secundario																						1,1			0,1	
		Canal artificial						2,7	0,2	0,7			0,2	1	1,9	4,6	11	60	98	28	1,6		37	30	1,6		0,6	
	TRÁNSITO	Lago o laguna artificial																										
		Vía férrea									0,1					0,7	2,7	8,8	0,1	2,9	0,1		1,8					
		Vía afirmada impermeabilizada																										
		Vía destapada			4,8	1,1	0,7	13	4	2	0,3	1	1,3	1,2	2,9	5,4	7,2	30	44	12	0,6		11	3,5				
		Corte asociado a infraestructura vial						4,3																				
	URBANOGENICA	Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes						2	0,3	0,2	0,1			0,2	1,1	9	13	20	0,7	8,9	0,7		9,8	0,2				
		Terreno con construcciones discontinuas				4,6	1,9			3,2				2,5	1,4	2,9	11	7,5	97	23	2,1		4,4	0,8				
		Terreno con construcciones continuas																	22	1,1								
		Terreno con construcciones en altura y profundidad																										
		Terreno acondicionado al esparcimiento																										
		Terreno con vegetación semi-preservada	84	115	433	45		635	42		7	74	95	9	12	8,9	1	2	0,5	8,1	1,1	100	199	24				
		Total, en hectáreas	84	172	837	67,4	30	1.110	372	95	16	169	210	51	62	126	258	1.050	1.164	491	26	883	629	57				
		Total, en kilómetros			4,8	1,1	0,7	20	4,2	2,7	0,4	1	1,5	2,2	4,8	11	21	99	142	43	2,3	61	33	1,6		0,7		
	SIS. MORFO. ANTRÓPICOS - AÑO 1977	AGROGÉNICA	Vestigios de camellones muiscas																									
			Terreno con vegetación intervenida		6,8	93	17	17	257	147	35	1	24	64	9	11	8,7	3,5	0,2				4					
			Terreno con cultivos y/o pastizales		52	482	7,1	5,6	146	176	33	8,1	129	53	23	34	82	203	834	813	384	18		750	576	53		
Terreno con cultivos confinados																	0,9	32	16	2,6			4,5	6,7				
MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS		Cantera		0,1	0,3	3,4	1,4	18	12	7,6					0,2	5,4	0,1	0,2										
		Terreno con escombrera aterrazada						0,2	2,2						0,8	1,7	26	10	0,3	55	0,3		92	15	1,2			
		Terreno con escombrera en montículos						1,5	1,9					0,5		0,3		1,9	0,7									
		Terreno con equipamiento industrial								0,4								12	8,9	1,1	1,4			1,5				
GESTIÓN HÍDRICA		Cauce fluvial intervenido																					0,2				0,2	
		Dique natural reconstruido																					30				0,7	
		Dique artificial secundario																					7,2	5,8	0,6		0,3	
		Canal artificial			1,1	0,1		3,2	3,7	1,4	0,2		0,2	0,5	1,7	5,8	13	66	63	24	2,7		45	46	3,8		0,4	
TRÁNSITO		Lago o laguna artificial								2,6			0,2			0,2	0,3		0,2			0,3	6,6	0,7				
		Vía férrea									0,1					0,2	0,7	3,4	6,7	0,1	1,5	0,3	1,3					
		Vía afirmada impermeabilizada						1	0,6	0,1						0,5	2,4	3,9	10	16	4,9	0,2	4,5	1,1		0,1		
		Vía destapada			8,7	1,8	1,3	21	7,1	5	1	2,7	1,9	2	3,1	4,2	8,4	45	53	21	0,5		21	10			0,5	
		Corte asociado a infraestructura vial			1,6	0,4	0,2	6,7	1,5	0,5	0,4																	
URBANOGENICA		Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes						2	1,7	0,2	0,2			0,2	0,2	1,1	9,1	14	38	19	15	1,1	11	0,6				
		Terreno con construcciones discontinuas				0,2	3,4	13		6,8	2,3			1	2,7	10	15	16	121	245	60	1,9	19	4,7				
		Terreno con construcciones continuas																5	61	6,3			3,9	1,4		0,3		
		Terreno con construcciones en altura y profundidad																										
		Terreno acondicionado al esparcimiento						0,7	4																			
		Terreno con vegetación semi-preservada		83	112	260	38	2,8	671	32	9,1	4,6	15	87	15	3,5	2,7	1	1,8	5,8	4,8	0,4	39	11		0,3		
		Total, en hectáreas	83	171	835	66	30	1.109	377	95	16	168	209	50	61	127	276	1.059	1.162	532	26	950	641	57				
		Total, en kilómetros			11	2,3	1,5	32	13	7	1,7	2,7	2,1	2,5	5,5	13	29	128	132	52	3,7	109	63	5		1,6		

TIPO DE INTERVENCIÓN		SISTEMAS MORFOGÉNICOS NATURALES																										
		AMBIENTE MORFOGÉNICO		PERIGLACIAR HEREDADO							ESTRUCTURAL					COLUVIO-ALUVIAL					FLUVIO-LACUSTRE				FLUVIAL			
		Geoforma	Natural	Frente erosional en sed. duras	Revés estructural en sed. duras	Revés estructural en sed. duras con alteritas	Frente erosional en sed. duras	Frente erosional en sed. blandas	Revés estructural en sed. duras	Revés estructural en sed. duras con alteritas	Revés estructural en sed. blandas con alteritas	Cerro residual	Ladera coluvial	Vallecito de montaña	Glacis de acumulación	Cono de derrubios	Cono de deyección	Plano de terraza nivel 3	Plano de terraza nivel 2	Plano de terraza nivel 1	Talud de terraza	Vallecito de altiplano	Plano de desborde	Cubeta de decantación	Meandros y cauces aba.	Cauce aluvial activo		
SIS. MORE. ANTRÓPICOS - AÑO 2000	AGROGÉNICA	Vestigios de camellones muiscas																										
		Terreno con vegetación intervenida	0,1	0,2	71	2,5	4,8	124	35	30			12	4,9	0,9	0,4												
		Terreno con cultivos y/o pastizales	0,8	45	411	8,8	1,7	84	121	14	5,2	83	36	25	36	52	179	634	543	301	19	640	484	42				
		Terreno con cultivos confinados														1,8	23	78	77	26		29	32	0,9	3			
	MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS	Cantera				5,8		15	19						4,2		0,78											
		Terreno con escombrera aterrazada				0,5		0,2		3,6					0,3		0,8	5,6	30	31	0,3	82	1,5	168	50	6,6	1	
		Terreno con escombrera en montículos						2,2	1,9						0,7		0,4				1,2		0,3					
		Terreno con equipamiento industrial				0,4		0,1		5,5					0,3		14	9,9	33,5	9,6	1,7		3,5	2,5				
	GESTIÓN HÍDRICA	Cauce fluvial intervenido																					0,7			0,7		
		Dique natural reconstruido																					37	0,1		1		
		Dique artificial secundario																	0,1				12	8,6	0,9	0,5		
		Canal artificial		1,1	5,7	0,6	0,1	8,6	9,9	0,7		2,8	2,5	0,6	1,9	6,5	1	74	55	26	2,4	52	49	4,1	1,1			
		Lago o laguna artificial						0,3	1,2	2,9		0,4	2,5	0,2		0,9	0,4			0,3	0,9	5,3	11	3,8				
	TRÁNSITO	Vía férrea													0,2	0,7	3,5	6,4	0,1	1,5	0,4	1,3						
		Vía afirmada impermeabilizada		0,2	13	0,4	0,6	14	15	2,5		5,3	2,9	0,1	0,9	7,1	9,1	20	63	15	0,8	10	7,1	0,8	0,3			
		Vía destapada	0,5	2	18	2	1	32	8,5	3,3	1,4	5,1	3,1	2,1	5,3	3,4	8,2	59	46	25	0,3	26	12	1	0,5			
		Corte asociado a infraestructura vial	0,6	0,7	2,8	0,9	0,2	18	3,5	1		0,7	0,7		0,1													
		Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes				0,2	2	2	2	0,7	0,3					9,5	21	61	29	24	1,7	15	1,6	0,2				
	URBANOGENICA	Terreno con construcciones discontinuas	0,5	4,6	120		8,9	106	101	12	6	59	22	3,2	9,3	20	5,1	157	259	82	0,2	40	22	1,5				
		Terreno con construcciones continuas						0,2							3,4			51	225	30		17	16	1,8				
		Terreno con construcciones en altura y profundidad															1,9	0,3	1,8			5,4	1,6	0,1				
		Terreno acondicionado al esparcimiento			3	0,2		2,7	6	12					1,2	7,1	19	9,5	27	16	8,9	1,6	68	44	6,1	2		
		Terreno con vegetación semi-preservada		82	121	229	49	15	775	87	18	4,6	25	130	17	3,5	7,5	2,9	2,9	1,7	1,8	2	36	10	0,4			
Total, en hectáreas		83	171	834	67	30	1.112	374	99	16	167	209	50	62	132	281	1.080	1.161	561	27	1.027	674	63	6				
Total, en kilómetros		1,1	4	39	3,9	1,9	72	37	7,5	1,4	14	9,2	2,8	8,4	18	22	159	164	67	3,9	139	77	6,8	4,1				

SIS. MORFO. ANTRÓPICOS - AÑO 2020	AGROGÉNICA	Vestigios de camellones muiscas																									
		Terreno con vegetación intervenida	2,5	0,6	63	2,8		96	45				14	4,1	0,8	0,4					1						
		Terreno con cultivos y/o pastizales	0,8	44	320	12	6,5	79	45	13	3,2	58	23	24	16	46	158	392	264	199	16	484	357	31	3		
		Terreno con cultivos confinados														1,8	25	104	42	19		35	39	1,9			
	MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS	Cantera				7,7		38	23						5,5		0,5										
		Terreno con escombrera aterrazada				1,4		0,5	5,2						0,4		0,9	8,3	46	31	3,4	153	1,7	275	83	10	1
		Terreno con escombrera en montículos						1,9	1,9						0,8						2,2	0,8	1,2	25	18	0,7	
		Terreno con equipamiento industrial				1,4			1,6	6,2					0,3	0,1		16	11	45	12	7		12	5,5		
	GESTIÓN HÍDRICA	Cauce fluvial intervenido																					3,7			41	
		Dique natural reconstruido																					40	0,2		1	
		Dique artificial secundario																	0,5	2,3			13	9,3	1	0,7	
		Canal artificial		1,1	6,2	1	0,1	9,9	12	0,9		2,7	2,2	0,5	3	7	19	84	50	26	2,5	52	51	3,8	1,1		
		Lago o laguna artificial						0,3	1	2,9		0,4	2,9	0,3		1,1					0,9	18	27	5,8			
	TRÁNSITO	Vía férrea									0,1				0,3	0,8	3,5	6,4	0,1	1,5	0,4	1,3					
		Vía afirmada impermeabilizada	5	0,5	26	1,5	1,1	29	23	3,1	0,7	11	4,7	0,4	3,6	8,7	12	55	102	33	1,1	31	20	2	0,5		
		Vía destapada	0,4	2,2	21	3,7	0,5	28	7,5	4	0,7	4,5	3,6	2	4,6	3,3	6,6	40	23	14	0,2	20	11	1,1	0,3		
		Corte asociado a infraestructura vial	0,6	0,7	4,2	1,3	0,2	19	4,2	1,1	0,4	0,7	0,8		0,3												
		Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes				0,2	2	2	5,2	1	0,3				0,6	0,3	3,5	11	28	62	32	27	1,9	20	9,1	0,8	
	URBANOGENICA	Terreno con construcciones discontinuas	0,5	5,1	222	7,1	9	191	169	19	7	93	42	3,2	21	21	3,5	266	262	120	0,2	130	77	8,9			
		Terreno con construcciones continuas						0,3			1,6				3,8			113	445	60		32	27	2,4			
		Terreno con construcciones en altura y profundidad															1,9	0,3	4,4	59	19	0,7	11	3	0,1		
		Terreno acondicionado al esparcimiento			9,3	0,2		3,2	8,3	20		2,1	4,5	1,9	13	23	23	57	45	26	4,1	117	85	6,5	2		
		Terreno con vegetación semi-preservada		80	122	222	36	15	701	74	34	4,3	15	116	17	3,3	2,9	2,8	2			0,9					
Total, en hectáreas		8	17	836	69	31	1.113	379	96	16	169	210	51	62	134	298	1.077	1.165	631	27	1.159	731	68	6			
Total, en kilómetros		6	4,5	57	7,5	1,9	86	47	9,1	1,9	19	11	2,9	12	20	41	185	176	77	4,2	161	92	8	45			

TIPO DE INTERVENCIÓN		ZONA Unidad	UNIDADES ADMINISTRATIVAS									
			ORIENTAL			CENTRAL			OCCIDENTAL			
			Vereda FUSCA	Vereda YERBABUENA	Vereda BOJACÁ	Perímetro Urbano CALAHORRA	CENTRO URBANO	Vereda LA BALSA	Vereda FAGUA	Vereda TÍQUIZA	Vereda FONQUETÁ	Vereda CERCA DE PIEDRA
AGROGÉNICA	Vestigios de camellones muiscas											
	Terreno con vegetación intervenida	79,0	95,0					9,2	3,2	26,0	19,0	
	Terreno con cultivos y/o pastizales	386,0	802,0	248,0	2,1	60,0	409,0	370,0	173,0	139,0	95,0	
	Terreno con cultivos confinados	5,8	6,2	25,0			67,0	130,0	14,0	2,7	18,0	
MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS	Cantera	13,0	61,0						1,6			
	Terreno con escombrera aterrazada	124,0	124,0	117,0		16,0	112,0	61,0	40,0	21,0	8,9	
	Terreno con escombrera en montículos	2,5	6,0			2,3	44,0					
	Terreno con equipamiento industrial	52,0	29,0			17,0	14,0	7,5			2,7	
GESTIÓN HÍDRICA	Cauce fluvial intervenido	6,4	9,9	6,1		1,6	13,0	2,1	2,3	1,5	1,7	
	Dique natural reconstruido	7,9	8,5	5,7			17,0				2,1	
	Dique artificial secundario	6,9	4,2	3,8		1,8	7,1	0,3	0,3	1,1	1,3	
	Canal artificial	49,0	65,0	59,0	2,5	3,4	53,0	62,0	14,0	16,0	12,0	
	Lago o laguna artificial	6,3	9,1	12,0		0,3	29,0	3,1	1,2	0,2	1,7	
TRÁNSITO	Vía férrea	5,1	7,8	1,5								
	Vía afirmada impermeabilizada	54,0	110,0	62,0	3,9	75,0	29,0	11,0	4,6	12,0	9,2	
	Vía destapada	34,0	51,0	23,0	0,5	2,6	19,0	27,0	15,0	18,0	10,0	
	Corte asociado a infraestructura vial	10,0	15,0						2,1	5,2	1,3	
URBANOGENICA	Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes	80,0	68,0	29,0		17,0	5,6			2,3	3,0	
	Terreno con construcciones discontinuas	166,0	621,0	301,0	8,3	22,0	173,0	161,0	52,0	106,0	69,0	
	Terreno con construcciones continuas	11,0		88,0	22,0	378,0	65,0	7,5	33,0	30,0	50,0	
	Terreno con construcciones en altura y profundidad	5,5	2,2	37,0		39,0	6,5				2,3	
	Terreno acondicionado al esparcimiento	144,0	113,0	59,0	0,9	45,0	106,0	0,9		1,0	2,5	
	Terreno con vegetación semi-preservada	545,0	560,0					73,0	127,0	70,0	72,0	
Total, en hectáreas		1.620	2.496	916	33	597	1.031	823	445	398	344	
Total, en kilómetros		173	271	161	7	84	138	102	38	54	38	

TIPO DE INTERVENCIÓN		ZONA Subzona	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL POMCA								
			ÁREAS PROTEGIDAS	ÁREAS DE PROTECCIÓN		ÁREAS DE RESTAURACIÓN		ÁREAS PARA LA PRODUCCIÓN		ÁREAS URBANAS	
			Áreas SINAP (RFPN y RFPP)	Áreas de importancia ambiental (Bosque denso, Ronda río Bogotá, Suelos clase VIII)	Áreas de amenazas naturales	Áreas con reglamentación especial (Resguardo Indígena)	Áreas de restauración ecológica	Áreas de recuperación para el uso múltiple	Áreas agrícolas	Áreas agrosilvopastoriles	Áreas urbanas municipales
AGROGÉNICA	Vestigios de camellones muiscas										
	Terreno con vegetación intervenida	72	16	1,2	29	19	10	1	80		
	Terreno con cultivos y/o pastizales	96	89	355	35	461	362	46	894	346	
	Terreno con cultivos confinados			0,1		3	28		158	82	
MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS	Cantera	5,5	18	1,2		0,9	0,5		48		
	Terreno con escombrera aterrazada		3,3	62		60	137		234	128	
	Terreno con escombrera en montículos			41		2,1	4,1		6,1	1,5	
	Terreno con equipamiento industrial		5,5	4,1		7,8	25	1,3	60	19	
GESTIÓN HÍDRICA	Cauce fluvial intervenido		0,2			45					
	Dique natural reconstruido		0,4	0,6		40					
	Dique artificial secundario			8,7		4,7	8		1,9	3,5	
	Canal artificial	4,6	11	38	1,1	11	45	2	152	70	
	Lago o laguna artificial		6	23		6,6	16		4,2	7	
TRÁNSITO	Vía férrea			0,1		0,5	2,8		9,7	1,1	
	Vía afirmada impermeabilizada	14	30	6,5	2,5	12	27	2,8	132	145	
	Vía destapada	16	14	9	7,5	21	20	3,8	82	28	
	Corte asociado a infraestructura vial	8,5	5,4	1,4	5,1	2,9	1,5	0,6	8,5		
URBANOGENICA	Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes	0,1	0,2	14		3,8	23	0,4	124	41	
	Terreno con construcciones discontinuas	95	263	13	19	98	121	13	689	368	
	Terreno con construcciones continuas			9,1	3	0,2		6,7	116	550	
	Terreno con construcciones en altura y profundidad						1,2		16	82	
	Terreno acondicionado al esparcimiento		17	115		54	64		134	88	
	Terreno con vegetación semi-preservada	560	188	28	112	297	52	8	162		
Total, en hectáreas		827	606	667	198	1.013	844	76	2.725	1.712	
Total, en kilómetros		43	61	64	16	137	104	9,2	386	248	

APÉNDICE G. Mediciones de área-volumen de la huella antropogeomorfológica (HGF)

Modelado antrópico	PARÁMETROS EMPLEADOS PARA EL CÁLCULO DE ÁREAS Y VOLÚMENES		
	PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACIÓN	ALTURA DE LA ACUMULACIÓN	ANCHO DEL ELEMENTO
Vestigios de camellones muiscas	0,25 metros en promedio	0,25 metros en promedio	
Cantera	Específica para cada caso		
Terreno con escombrera aterrazada			
Terreno con escombrera en montículos			
Terreno con equipamiento industrial		0,25 metros en promedio	
Cauce fluvial intervenido	1 metro en promedio		10 metros en promedio
Dique natural reconstruido		3 metros en promedio	5 metros en promedio
Dique artificial secundario		2 metros en promedio	4 metros en promedio
Canal artificial	1,5 metros en promedio		2,5 metros en promedio
Lago o laguna artificial	2 metros en promedio		
Vía afirmada impermeabilizada		0,5 metros en promedio	6 metros en promedio
Vía destapada		0,25 metros en promedio	
Corte asociado a infraestructura vial	8 metros en promedio (se estimó solo el 50% al ser cortes en laderas inclinadas)		8 metros en promedio
Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes		1 metro en promedio	
Terreno con construcciones continuas		0,1 metros en promedio	
Terreno con construcciones en altura y profundidad	3 metros en promedio		

NOTAS:

- Los modelados antrópicos que no se incorporan en estas mediciones, así como las casillas en blanco, indican que las intervenciones de excavación y acumulación no existen; o que las áreas y volúmenes de material excavado y acumulado son mínimas, de poca significancia y de muy baja representatividad.
- Para calcular el área de los modelados antrópicos cartografiados como líneas, se estimaron valores de anchura a partir de los insumos de teledetección y la verificación en el trabajo de campo (tabla con parámetros). Las estimaciones en terraplenes ya incluyen los promedios de la construcción vial; esto con el fin de no incrementar y sobrestimar los cálculos.
- Para el cálculo de volúmenes se estimó la profundidad de las excavaciones y la altura de las acumulaciones de acuerdo con cada tipo de modelado antrópico (tabla con parámetros). Estos valores se validaron con el MDT detallado (2014), se extrapolaron a los diferentes cortes temporales y en varios casos se verificaron mediante el trabajo de campo.
- Para estimar el volumen de extracción en canteras se aplicaron herramientas de análisis 3D en el software SIG, realizando cálculos comparativos con un modelo de elevación base sin canteras construido a partir de las curvas de nivel de la carta topográfica del año 1943.

TIPO DE INTERVENCIÓN	Modelado antrópico	1940		1977		2000		2020									
		Excavación		Acumulación		Excavación		Acumulación									
		Área en m ²	Volumen en m ³	Área en m ²	Volumen en m ³	Área en m ²	Volumen en m ³	Área en m ²	Volumen en m ³								
MINERÍA, INDUSTRIA Y RESIDUOS	Cantera	113.356	1.093.106			580.016	8.648.710			798.461	13.834.272			753.078	20.684.343		
	Terreno con escombrera aterrazada			465.394	692.145			2.101.740	2.922.609			3.874.477	6.323.670			6.257.213	7.895.616
	Terreno con escombrera en montículos			31.675	78.951			71.469	142.940			91.408	182.816			549.167	754.139
	Terreno con equipamiento industrial							262.470	65.618			810.378	202.594			1.231.956	307.989
GESTIÓN HÍDRICA	Cauce fluvial intervenido					4.130	12.390			15.560	46.680			529.510	492.463		
	Dique natural reconstruido			31.230	31.230			93.345	140.018			115.866	231.732			206.315	618.945
	Dique artificial secundario			4.452	8.904			60.804	152.010			95.912	287.736			108.224	324.672
	Canal artificial	422.972	422.972			571.168	856.752			808.405	1.212.608			841.298	1.261.947		
	Lago o laguna artificial					116.846	182.873			312.207	666.703			631.820	1.336.355		
TRÁNSITO	Vía afirmada impermeabilizada							104.508	52.254			776.472	388.236			1.753.128	876.564
	Vía destapada			835.410	208.852			1.306.758	326.690			1.580.388	395.097			1.209.564	302.391
	Corte asociado a infraestructura vial	35.624	142.496			95.712	382.848			237.944	951.776			270.600	1.082.400		
	Terraplén de ferrocarril, autopistas y puentes			675.437	506.578			1.167.488	1.167.488			1.728.820	1.728.820			2.065.850	3.098.775
URBANOGÉNICA	Terreno con construcciones continuas			230.639	23.064			788.074	78.807			3.480.609	348.061			6.860.243	686.024
	Terreno con construcciones en altura y profundidad									114.493	316.473			993.683	3.438.981		
Subtotal en metros cuadrados (m ²)		571952		2.274.237		1.367.872		5.956.656		2.287.070		12.554.330		4.019.989		20.241.660	
Subtotal en metros cúbicos (m ³)			1.658574		1.549.724		10.083.573		5.048.434		17.028.512		10.088.762		28.296.489		14.865.115

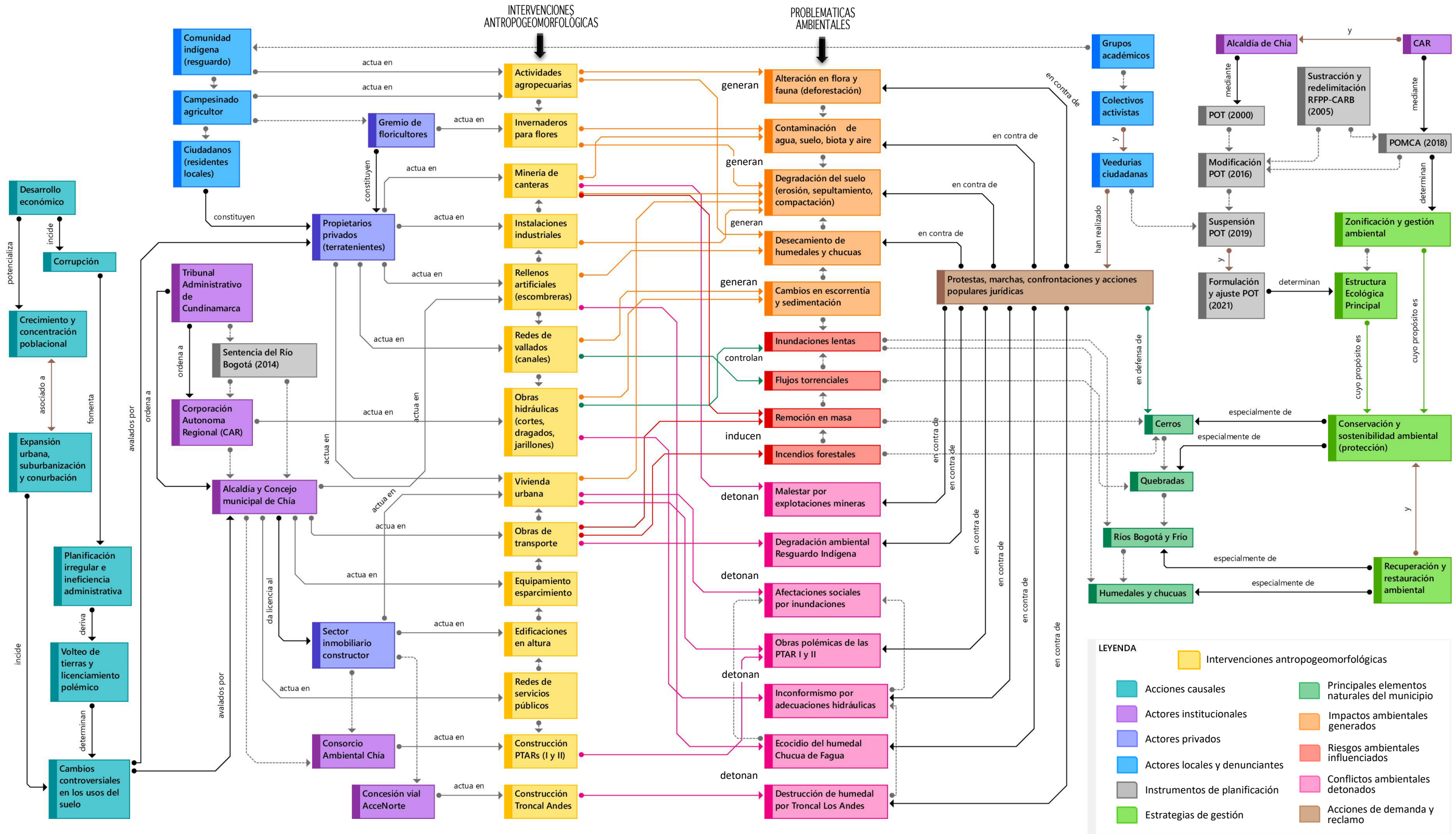
APÉNDICE H. Mediciones de volumen de la HGF respecto a las geoformas naturales

SISTEMAS MORFOGÉNICOS NATURALES																									
AMBIENTE MORFOGÉNICO Geoforma Natural		PERIGLACIAR HEREDADO			ESTRUCTURAL					COLUVIO-ALUVIAL					FLUVIO-LACUSTRE				FLUVIAL						
		Frente erosional en sedimentitas duras	Revés estructural en sedimentitas duras	Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas	Frente erosional en sedimentitas duras	Frente erosional en sedimentitas blandas	Revés estructural en sedimentitas duras	Revés estructural en sedimentitas duras con alteritas	Revés estructural en sedimentitas blandas con alteritas	Cerro residual	Ladera coluvial	Vallecito de montaña	Glacis de acumulación	Manto de derrubios	Cono de deyección	Plano de terraza nivel 3	Plano de terraza nivel 2	Plano de terraza nivel 1	Talud de terraza	Vallecito de altiplano	Plano de desborde	Cubeta de decantación	Meandros y cauces abandonados	Cauce aluvial activo	
Modelado antrópico	EXCAVACIÓN	Cantera				2.128.426			10.504.002	6.400.413					1.516.392					135.106					
		Cauce fluvial intervenido																			13.477			478.248	
		Canal artificial		4.098	23.352	3.798	412	36.915	44.962	3.288	303	10.350	8.378	2.205	11.392	26.205	71.070	314.580	186.807	96.818	9.318	196.478	189.758	14.283	4.158
		Lago artificial			18.628			9.652	22.976	84.520		7.944	59.108	4.588		22.632	7.574	38.070	2.072	8.656	18.164	400.725	493.769	148.558	
		Corte por infraestructura vial	20.704	22.912	134.784	42.624	7.680	610.144	134.208	35.296	13.568	22.976	24.928	768	10.016	1.664									
		Construcciones en altura y profundidad														57.939	10.660	135.654	2.061.879	751.457	29.500	304.088	85.360	2.446	
ACUMULACIÓN	Escombrera aterrazada				14.289		6.576	124.678			4.845		8.784	103.858	458.234	564.098	34.344	1.860.841	16.790	3.410.542	1.092.202	138.430	57.049		
	Escombrera en montículos						38.668	57.456			18.107			1.260	67.089	24.780	37.134		292.948	191.860	7.486	17.347			
	Equipamiento industrial				3.564		186	3.990	15.652		708	378		40.364	26.715	113.844	30.369	17.846		30.990	13.786		9.544		
	Dique artificial secundario															252	6.384	27.900		156.288	111.816	12.396	8.256		
	Dique natural reconstruido														90					601.050	3.390		14.415		
	Vía impermeabilizada	1.638	1.551	78.525	4.503	2.937	83.484	60.342	7.137	2.130	32.667	12.867	1.116	6.633	10.926	13.779	84.444	240.942	79.551	1.266	86.397	56.331	5.760	1.116	
	Terraplén vial					2.566	30.392	77.500	15.222	4.335		9.254	3.982	52.004	162.249	424.144	934.672	489.536	405.507	27.894	296.853	135.486	12.093	14.822	
	Vía destapada	566	3.288	32.210	5.570	801	42.606	11.254	6.052	1.098	6.759	5.448	2.960	6.636	4.810	9.915	58.730	33.693	20.714	288	29.322	17.145	1.662	474	
	Construcciones continuas				10		360			1.598			3.808			112.875	445.619	59.707		31.936	27.250	2.393	467		
	Subtotal excavado en metros cúbicos (m³)		20.704	27.010	176.764	2.174.848	8.092	11.160.713	6.602.559	123.104	13.871	41.270	1.608.806	7.561	21.408	243.546	89.304	488.304	2.250.758	856.931	56.982	914.768	768.887	165.287	482.406
Subtotal acumulado en metros cúbicos (m³)		2.204	4.839	110.735	27.936	6.304	202.272	335.220	44.063	9.161	39.426	51.229	8.436	77.865	323.467	932.787	1.936.094	1.305.667	2.509.200	46.238	4.936.326	1.649.266	180.220	123.490	

		VARIACIÓN PORCENTUAL ENTRE PERIODOS		
		1940 a 1977	1977 al 2000	2000 al 2020
Antropo-modelados de excavación	Cauce fluvial intervenido		277%	955%
	Corte por infraestructura vial	169%	149%	14%
	Canal artificial	103%	42%	4%
	Lago artificial		265%	100%
	Construcciones en altura y profundidad			987%
	Cantera	691%	60%	50%
Antropo-modelados de acumulación	Vía destapada	56%	21%	-23%
	Equipamiento industrial		209%	52%
	Dique artificial secundario	1.607%	89%	13%
	Dique natural reconstruido	348%	66%	167%
	Construcciones continuas	242%	342%	97%
	Escombrera en montículos	81%	28%	313%
	Vía impermeabilizada		643%	126%
	Terraplén vial	130%	48%	79%
Escombrera aterrazada	322%	116%	25%	

APÉNDICE I. Principales relaciones de las intervenciones antropogeomorfológicas

Fuente: Elaboración propia en el software ATLAS.ti 9.



MACROPROCESO: DOCENCIA
 PROCESO ADMISIONES Y CONTROL DE REGISTRO ACADÉMICO
 PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO PARA GRADOS
 ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO O DE TESIS - PROGRAMAS DE POSGRADO



Código: D-AR-P03-F07 Página 1 de 1

FACULTAD: CIENCIAS DE LA EDUCACION

PROGRAMA: MAESTRIA EN GEOGRAFIA

NOMBRE DEL AUTOR:
MIGUEL ANGEL CASTIBLANCO SIERRA

NÚMERO DE CÉDULA:
80,076,787

CÓDIGO:
201714743

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO O DE TESIS

No. 2

De: 3

En la Ciudad de BOGOTÁ D.C., el día veintiseis (26) del mes de noviembre del año 2021 a las 8:00 a.m., por la plataforma Google Meet, previa autorización del Comité Curricular y en concordancia con el Decreto 1075 de 2015 y lo dispuesto en el Capítulo IV del Acuerdo 052 de 2012, se reunieron los jurados lectores para evaluar la sustentación pública del trabajo de grado o de tesis:

TÍTULO: "INTERVENCIONES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS EN EL TERRITORIO MUNICIPAL DE CHÍA, CUNDINAMARCA/COLOMBIA Problemáticas ambientales relacionadas para el siglo XXI"

OBTIENIENDO LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

PEDRO KARIN SERRATO ALVAREZ				RIGAUD SANABRIA MARIN				JURADO 3 N/A			
ASPECTOS	CALIFICACIÓN			ASPECTOS	CALIFICACIÓN			ASPECTOS	CALIFICACIÓN		
	CALIFICACIÓN	VALOR %	CALIFICACION PONDERADA		CALIFICACIÓN	VALOR %	CALIFICACIÓN PONDERADA		CALIFICACIÓN	VALOR %	CALIFICACIÓN PONDERADA
Evaluación informe final escrito.	5	60%	3	Evaluación informe final escrito.	5	60%	3	Evaluación informe final escrito.	N/A	60%	N/A
Evaluación sustentación pública.	5	40%	2	Evaluación sustentación pública.	5	40%	2	Evaluación sustentación pública.	N/A	40%	N/A
TOTAL		100%	5,0	TOTAL		100%	5	TOTAL		100%	

La calificación otorgada por el Jurado (o Tribunal) Evaluador fue:

NUMERO: 5

LETRAS: CINCO

LAUREADA

En concordancia con el Artículo 40 del Acuerdo No. 052 de 2012, o la norma que lo modifique o sustituya la evaluación de trabajos de grado o de tesis de programas de posgrado se registrarán por la siguiente escala de valoración:

	DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO O DE TESIS :	HECTOR JAIME LOPEZ SALGADO	FIRMAS
LAUREADA: Calificación (5.0)			Original firmado
MERITORIA: Calificación (4.5 - 4.9)	COORDIRECTOR (si aplica):	N/A	N/A
SOBRESALIENTE: Calificación (4.0 - 4.4)	JURADO 1:	PEDRO KARIN SERRATO ALVAREZ	Original firmado
SATISFACTORIO: Calificación (3.5 - 3.9)	JURADO 2:	RIGAUD SANABRIA MARIN	Original firmado
DEFICIENTE (inferior): Calificación (3.5)	JURADO 3:	N/A	N/A
	PRESIDENTE COMITÉ CURRICULAR:	WLADIMIR MEJIA AYALA	Original firmado

OBSERVACIONES

TRABAJO DE GRADO: CONSIDERAR AJUSTES MENORES REALIZADOS Y OBSERVACIONES PROPUESTAS POR LOS JURADOS. EL TRABJO ES CONTUNDENTE Y ESTAS OBSERVACIONES NO AFECTAN SU CALIDAD. SE SUGIERE PENSAR EN LA PUBLICACIÓN DE UN LIBRO O VARIOS ARTÍCULOS.
