

Problemáticas del cambio climático en Antioquia y soluciones para su adaptación: una ruta metodológica



Proyecto:

Diseño de herramientas metodológicas y técnicas de planeación y gestión para la implementación de sistemas de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia.

BPIN 2021000100489

Universidad Nacional de Colombia, Medellín

Aliados:

Gobernación de Antioquia

Corporación Universitaria Remington

Fundación Universitaria Católica del Norte

2025



Tabla de contenido

Introducción	9
1. Problemáticas	11
1.1. Metodología.....	11
1.1.1. Área de estudio	11
1.1.2. Revisión bibliográfica	11
1.1.3. Identificación en el territorio	12
1.1.4. Matriz de problemáticas.....	12
1.1.5. Espacialización de problemáticas.....	14
1.1.6. Matriz de Vester, árbol de problemas y espacialización de las causas	15
1.1.7. Relación problemáticas-soluciones.....	17
1.2. Resultados	17
1.2.1. Área de estudio	17
1.2.2. Revisión bibliográfica	17
1.2.3. Identificación en el territorio	18
1.2.4. Matriz de problemáticas.....	32
1.2.5. Espacialización de problemáticas.....	34
1.2.6. Matriz de Vester, árbol de problemas y espacialización de las causas	76
1.2.7. Relación problemáticas-soluciones.....	79
2. Soluciones	89
2.1. Metodología.....	89
2.1.1. Identificación en el territorio	89
2.1.2. Matriz de soluciones.....	90
2.2. Resultados	91
2.2.1. Identificación en el territorio	91
2.2.2. Matriz de soluciones.....	105
3. Brechas, aprendizajes y oportunidades.....	106
3.1. Brechas	107
3.2. Aprendizajes.....	108
3.3. Oportunidades.....	109
4. Bibliografía	111
Anexo I. Armonización de problemáticas	114
Anexo II. Armonización de soluciones	118



Índice de Tablas

Tabla 1. Problemáticas combinadas entre dimensiones durante el proceso de armonización. Fuente: Elaboración propia (2025).	33
Tabla 2. Selección de problemáticas con posibilidad de espacialización. Fuente: Elaboración propia (2025).	34
Tabla 3. Criterios de selección empleados de ecosistemas a cultivos. Fuente: Elaboración propia (2025).	40
Tabla 4. Criterios de selección empleados para analizar el daño a los ecosistemas por actividades ganaderas. Fuente: Elaboración propia (2025).	44
Tabla 5. Municipios de Antioquia sin problema de cobertura de alcantarillado a escala rural. Fuente: Elaboración propia (2025).	61
Tabla 6. Municipios con cobertura de acueducto inferior al 50% en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	63
Tabla 7. Municipios con porcentaje de agua potable superior al 50% en su área rural. Fuente: Elaboración propia (2025).	66
Tabla 8. Municipios con cobertura de accesibilidad vial inferior al 50 %. Fuente: Elaboración propia (2025).	68
Tabla 9. Codificación de las problemáticas espacializadas. Fuente: Elaboración propia (2025).	72
Tabla 10. Problemáticas distribuidas en los municipios. Los nombres correspondientes a cada problemática pueden consultarse en la Tabla 9 . Fuente: Elaboración propia (2025).	72
Tabla 11. Problemáticas, su abreviación e interpretación (por ejemplo: La problemática "P1" se responde con "17" soluciones). Fuente: Elaboración propia (2025).	80
Tabla 12. Soluciones, abreviación e interpretación (por ejemplo: 10 problemáticas se responden con la solución "S1", o la solución "S1" responde a 10 problemáticas). Fuente: Elaboración propia (2025).	82
Tabla 13. Promedio de soluciones por problemática en cada dimensión. Fuente: Elaboración propia (2025).	86
Tabla 14. Promedio de problemáticas que se responde por cada solución. Fuente: Elaboración propia (2025).	87
Tabla 15. Problemáticas que se resuelven por cada dimensión de soluciones. Fuente: Elaboración propia (2025).	87
Tabla 16. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Biodiversidad y Servicios ecosistémicos. Fuente: Elaboración propia (2025).	92



Tabla 17. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Recurso hídrico. Fuente: Elaboración propia (2025).....	95
Tabla 18. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Agricultura. Fuente: Elaboración propia (2025).....	97
Tabla 19. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Infraestructura, hábitat y construcción. Fuente: Elaboración propia (2025).....	100
Tabla 20. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Gobernanza. Fuente: Elaboración propia (2025).....	102



Índice de Figuras

Figura 1. Principales temáticas identificadas en la revisión en Scopus y Google Académico. Fuente: Elaboración propia (2025).	18
Figura 2. Dimensiones y categorías planteadas en el ejercicio. Fuente: Elaboración propia (2025).	19
Figura 3. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Biodiversidad y Servicios ecosistémicos. Fuente: Elaboración propia (2025).	19
Figura 4. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Recurso Hídrico. Fuente: Elaboración propia (2025).	21
Figura 5. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Agricultura. Fuente: Elaboración propia (2025).	23
Figura 6. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Infraestructura, Hábitat y Construcción. Fuente: Elaboración propia (2025).	25
Figura 7. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Gobernanza. Fuente: Elaboración propia (2025).	27
Figura 8. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Medios de vida. Fuente: Elaboración propia (2025).	30
Figura 9. Proporción de problemáticas por dimensión que pasaron el filtro de competencia municipal (gráfica superior) y de aquellas problemáticas que extralimitan las competencias municipales (gráfica inferior). Fuente: Elaboración propia (2025).	33
Figura 10. Mapa de áreas protegidas del departamento de Antioquia, clasificadas por el daño presentado en sus ecosistemas. Fuente: Elaboración propia (2025).	39
Figura 11. Índice de criticidad para el daño de ecosistemas por cultivos en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	42
Figura 12. Municipios más críticos (en verde) asociados al índice de criticidad por daño de ecosistemas por cultivos en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	43
Figura 13. Índice de criticidad por daño de ecosistemas por ganadería. Fuente: Elaboración propia (2025).	46
Figura 14. Municipios más críticos asociados al índice de criticidad por daño de ecosistemas por ganadería. Fuente: Elaboración propia (2025).	47
Figura 15. Mayores proporciones municipales con áreas de actividad minera. Fuente: Elaboración propia (2025).	49
Figura 16. Municipios más críticos con proporción de áreas asociadas a actividades mineras en el departamento. Fuente: Elaboración propia (2025).	50



Figura 17. Recurrencia de los municipios con atractivo turístico ambiental desde las agencias de viajes consideradas. Fuente: Elaboración propia (2025).	51
Figura 18. Municipios de mayor recurrencia en las agencias de viaje como destino de turismo ambiental. Fuente: Elaboración propia (2025).	52
Figura 19. Municipios con presencia de agua contaminada por sustancias químicas en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	54
Figura 20. Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones. Fuente: Elaboración propia (2025).	57
Figura 21. Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	58
Figura 22. Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias. Fuente: Elaboración propia (2025).	59
Figura 23. Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados. Fuente: Elaboración propia (2025).	60
Figura 24. Cobertura de alcantarillado en zonas rurales para el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	62
Figura 25. Cobertura de acueducto en zonas rurales para el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	65
Figura 26. Cobertura de agua potable en zona rural del departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	67
Figura 27. Cobertura vial en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).	71
Figura 28. Gráfica de la matriz de Vester, en el que cada punto pertenece a una categoría de problemáticas. En el eje X podemos ver la influencia de cada categoría, mientras que en el eje Y podemos ver su dependencia de otras problemáticas. Fuente: Elaboración propia (2025).	77
Figura 29. Plano cartesiano de problemáticas y soluciones. Fuente: Elaboración propia (2025).	85
Figura 30. Soluciones asociadas a la Conservación de ecosistemas. Fuente: Elaboración propia (2025).	93
Figura 31. Soluciones asociadas a la Restauración, rehabilitación y recuperación ecológica de ecosistemas. Fuente: Elaboración propia (2025).	93
Figura 32. Soluciones asociadas a Sistemas productivos sostenibles. Fuente: Elaboración propia (2025).	94
Figura 33. Soluciones asociadas a la Infraestructura hídrica y manejo de residuos sólidos. Fuente: Elaboración propia (2025).	95
Figura 34. Soluciones asociadas al Tratamiento de aguas residuales y residuos agrícolas. Fuente: Elaboración propia (2025).	96



Figura 35. Soluciones asociadas a la Restauración y conservación de ecosistemas para la preservación del recurso hídrico. Fuente: Elaboración propia (2025).	96
Figura 36. Soluciones asociadas a la Infraestructura verde y azul. Fuente: Elaboración propia (2025). ...	97
Figura 37. Soluciones asociadas a Buenas prácticas en la agricultura. Fuente: Elaboración propia (2025).	98
Figura 38. Soluciones asociadas a Estrategias colaborativas. Fuente: Elaboración propia (2025).	98
Figura 39. Soluciones asociadas a la Educación y capacitación. Fuente: Elaboración propia (2025).	99
Figura 40. Soluciones asociadas a Políticas agrícolas. Fuente: Elaboración propia (2025).	99
Figura 41. Soluciones asociadas a la Gestión integrada del riesgo y la regulación climática. Fuente: Elaboración propia (2025).	101
Figura 42. Soluciones asociadas a Gestión de servicios básicos y residuos. Fuente: Elaboración propia (2025).	101
Figura 43. Soluciones asociadas a Hábitat adaptativo y Construcción sostenible. Fuente: Elaboración propia (2025).	102
Figura 44. Soluciones asociadas a la Ausencia de asociatividad. Fuente: Elaboración propia (2025).	103



Resumen

La actual crisis climática, de carácter global, se traduce a nivel local en la necesidad de adoptar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático. Para incrementar sus posibilidades de éxito, es necesario que las medidas de adaptación a nivel local se diseñen en consonancia con las características ambientales, sociales y económicas de los territorios donde van a ser implementadas.

El presente documento es una recopilación de las memorias metodológicas del proyecto «Diseño de herramientas metodológicas y técnicas de planeación y gestión para la formulación e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia». Este proyecto, financiado por el Sistema General de Regalías de Colombia, tiene como objetivo principal generar estrategias de adaptación al cambio climático para los municipios de Antioquia, el segundo departamento más poblado del país y con gran diversidad de ecosistemas y vocaciones económicas. A lo largo del siglo XX, Antioquia experimentó profundas transformaciones ligadas al desarrollo industrial, el crecimiento de la población y la explotación de los ecosistemas naturales del departamento.

Este documento recoge la Metodología y Resultados de las actividades del proyecto diseñadas con el fin de comprender cómo las diferentes características del departamento de Antioquia se relacionan con el reto de la adaptación al cambio climático, para lo cual se realizaron salidas de campo y reuniones virtuales con 46 municipios, en las cuales, mediante entrevistas a actores del territorio, se recopiló información sobre las problemáticas actuales de sus municipios, así como de las iniciativas que se están desarrollando por parte de la población local. La información fue recopilada y analizada por un equipo interdisciplinar que permitió la interpretación de las 814 problemáticas y 277 soluciones encontradas desde una perspectiva ambiental, social, económica, jurídica y arquitectónica. Finalmente, se realiza un análisis crítico sobre la metodología adoptada por el proyecto para abordar la adaptación al cambio climático en Antioquia, con el fin de poner a disposición de otros investigadores las brechas, aprendizajes y oportunidades encontradas.



Introducción

La crisis climática es uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad en la actualidad. De carácter multicausal, el cambio climático se relaciona con una amplia gama de fenómenos perjudiciales que incluyen la contaminación del aire, agua y suelo, deforestación y pérdida de biodiversidad, erosión y sobreexplotación de recursos naturales, entre otros, lo que resulta en afectaciones a la salud y el bienestar humanos.

El aumento de los efectos de la crisis climática está generando un incremento de los impactos negativos en la calidad de vida de las personas a nivel global, resultado de la combinación de conflictos regionales, alteraciones socioeconómicas, pérdida de biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, crisis alimentaria y energética, problemas presupuestarios y financieros, entre otros. Esto, a su vez, acelera la degradación del medio ambiente, intensifica la competencia por los bienes comunes, incrementa la vulnerabilidad social y los desastres asociados a eventos climáticos extremos. Sin embargo, la degradación ambiental acelera el cambio climático y agrava sus consecuencias, generando un círculo vicioso en el que cada las condiciones socioambientales se deterioran cada vez más. Bajo el actual escenario a nivel global, los expertos en cambio climático alertan de que, si bien las acciones de mitigación del cambio climático deben continuar, ya no será posible revertir todos sus efectos, por lo que urge implementar soluciones de adaptación al cambio climático (Pirani et al., 2024).

Antioquia, uno de los departamentos más poblados y dinámicos de Colombia, enfrenta serias presiones sobre sus ecosistemas naturales, lo cual aumenta su vulnerabilidad al cambio climático y subraya la necesidad de apostar por medidas efectivas de adaptación. Según la Coalición para la alimentación y el uso del suelo (2020), Antioquia es el mayor emisor de gases de efecto invernadero (GEI) en el país, con 22,94 millones de toneladas de CO₂, lo cual, de acuerdo con el PICCA (Gobernación de Antioquia y FAO, 2018) supone un reto fundamental para la adaptación del departamento: articular los procesos asociados a la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), con aquellos que promueven la conectividad funcional de los ecosistemas estratégicos que dan soporte a los servicios ecosistémicos vitales para la vida humana.

Bajo este contexto, nace el proyecto “Diseño de herramientas metodológicas y técnicas de planeación y gestión para la formulación e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia”, que tiene por objetivo generar estrategias de adaptación al cambio climático para los municipios de Antioquia. En el marco de este proyecto, se realizó una investigación a nivel departamental sobre las principales problemáticas relacionadas con el cambio climático en las distintas regiones del departamento, así como de las soluciones más adecuadas para



mitigar o resolver estas problemáticas, logrando así la adaptación de los municipios de Antioquia a los efectos presentes y futuros del cambio climático, asegurando un futuro más resiliente para la región.

El objetivo del presente documento es recopilar y analizar de manera detallada los métodos de investigación y técnicas aplicadas para la recopilación de datos, detallando la perspectiva analítica y la estandarización de los datos. La metodología fue desarrollada por un equipo interdisciplinar y está orientada al diseño de herramientas y técnicas para la planificación y gestión de sistemas de adaptación frente al cambio climático en el ámbito municipal, identificando acciones concretas que facilitan la implementación de soluciones sostenibles y adaptativas y contribuyen a mejorar la capacidad de respuesta frente a los retos del cambio climático.

Los apartados de Problemáticas y Soluciones que siguen a esta sección están organizados para dar cuenta de las salidas de investigación en campo, realizadas en varias zonas del departamento, donde se levantó información primaria, la cual fue complementada a través de múltiples búsquedas de información secundaria en diversas fuentes. A partir de esta recopilación se identificaron soluciones correspondientes a los problemas identificados, se analizó su viabilidad de implementación y su relación con las necesidades contextuales de los diversos territorios visitados.

El análisis de Problemáticas y de Soluciones se abordó mediante la conformación de seis campos de análisis: 1) Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, enfocado en reconocer tanto las debilidades como las contribuciones de los ecosistemas en la adaptación al cambio climático; 2) Recurso hídrico, el cual aborda la disponibilidad y calidad del agua; 3) Agricultura, centrado en el acceso físico y económico de alimentos suficientes que satisfagan las necesidades y preferencias alimentarias; 4) Hábitat, enfocado en la afectación de la infraestructura, la conectividad, la eficiencia de los servicios básicos y el crecimiento desordenado de los asentamientos humanos; 5) Gobernanza y prácticas culturales, centrado en la eficiencia de las asociaciones comunales, la pérdida de prácticas y saberes tradicionales, y las brechas en las acciones colectivas; y, por último, 6) Medios de vida, el cual examina las estrategias, recursos y actividades que las personas y comunidades utilizan para asegurar su bienestar y supervivencia económica y social. A partir de estos campos de análisis el documento aborda las dinámicas que presentan un patrón observable y medible de fenómenos territoriales que, a pesar de revestir cierta complejidad, permiten brindar opciones de soluciones.

Por último, en la sección de Brechas, aprendizajes y oportunidades, se realiza una evaluación y análisis crítico de la metodología seguida para la identificación de problemáticas y soluciones relacionadas con el cambio climático en el departamento de Antioquia, de modo que pueda servir como referente metodológico para el desarrollo de proyectos similares en otras regiones de Colombia. En la sección de Bibliografía, se pueden encontrar las referencias citadas a lo largo de todo el documento.



1. Problemáticas

1.1. Metodología

En esta sección, se describen las técnicas y procedimientos utilizados para la identificación de problemáticas asociadas al cambio climático y sus posibles soluciones de adaptación. Se sigue una estructura cronológica que detalla la secuencia de las diferentes decisiones metodológicas tomadas por el equipo con el fin de lograr una correcta comprensión del fenómeno del cambio climático en el departamento de Antioquia.

1.1.1. Área de estudio

El interés de este ejercicio es el territorio del departamento de Antioquia, Colombia. La región cuenta con una población cercana a los 7 millones de habitantes (6.994.792), de los cuales, unos 4,3 millones se ubican en el área metropolitana. Es el segundo departamento en productividad del país, cuya división por sectores económicos es: servicios (54,6%), industria (28,8%) y agropecuario (6,10%). Se divide en 9 subregiones (Suroeste, Oriente, Norte, Nordeste, Urabá, Valle de Aburrá, Bajo Cauca, Occidente y Magdalena Medio), 2 distritos y 123 municipios, 80 de los cuales están agrupados en 10 provincias: Cartama (11 municipios en el Suroeste), Penderisco-Sinifaná (8, Suroeste), San Juan (6, Suroeste), La Paz (4, Oriente), Agua, Bosques y Turismo (12, Oriente), Minero energética (7, Nordeste), Agroindustrial (6, Occidente), Río Grande (5, Norte), Bioenergética (13, Norte) y la provincia turística y agroecológica (8, Occidente).

1.1.2. Revisión bibliográfica

Para la elaboración del estado del arte se utilizó la metodología cuantitativa PRISMA (Yepes-Nuñez et al. 2021), la cual consta de 3 etapas. La primera hace referencia a la definición de la ecuación de búsqueda relacionada con problemáticas estudiadas en los 125 municipios del departamento (título, resumen, y palabras clave), en los buscadores de Scopus, Web of Science y Google Académico, que incluyeron artículos científicos revisados por pares, informes gubernamentales y libros. En la segunda etapa, se revisa que no haya registros duplicados. La tercera etapa consistió en el procesamiento de los datos mediante Biblometrix para el periodo 2015- 2022. Sin embargo, esta revisión arrojó solo datos generales, que no permitían identificar las señales y efectos del cambio climático en el territorio departamental, por lo que no se obtuvieron resultados significativos.



1.1.3. Identificación en el territorio

Por tanto, para determinar las principales problemáticas específicas dentro del contexto de estudio, se decidió levantar información más detallada mediante trabajo de campo. Esta labor incluyó dos enfoques diferentes:

- Reuniones virtuales con alcaldías y organizaciones territoriales de los municipios de Antioquia.
- Visitas de campo a iniciativas y organizaciones sociales de los municipios de Antioquia.

En ambos casos, se aplicó el método de análisis inductivo, bajo una metodología cualitativa en la que se adquiere un punto de vista interno, aunque mantiene una perspectiva analítica o cierta distancia como observador externo del espacio que habitan los participantes, y no se utilizan técnicas de recolección de información estandarizada. Así, para acceder a la información, se usaron técnicas de investigación como la observación, observación participante, entrevistas semiestructuras individuales y colectivas en diferentes grupos etarios y actores relevantes del departamento, en los que sobresalen campesinos, pescadores, mineros, Juntas de Acción Comunal, ONG, Fundaciones, Alcaldías, Asociaciones, Mesas ambientales, actores privados, productores, entre otros. El motivo de contacto u acercamiento a los actores abordados partió de la siguiente pregunta: ¿qué se está haciendo en el departamento de Antioquia en relación con temas socioambientales, específicamente asociados al Cambio climático?

Para compilar y analizar la información, se acudió a las dimensiones empleadas en los documentos de Análisis de Capacidades de Planeación Nacional (2020), Valoración de Daños y Pérdidas (CEPAL, 2012), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (DNP et al., 2011), Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia (IDEAM, 2017), Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia (Gobernación de Antioquia y FAO, 2018), y la metodología de la Universidad de Notre-Dame (ND-GAIN) (Chen et al., 2023).

De acuerdo con la tipología de los fenómenos analizados, se organizaron los datos colectados en seis dimensiones: 1) Biodiversidad y servicios ecosistémicos, 2) Recurso hídrico, 3) Agricultura, 4) Infraestructura, hábitat y construcción, 5) Gobernanza, y 6) Medios de vida.

1.1.4. Matriz de problemáticas

La información obtenida en las entrevistas virtuales y de campo sobre las problemáticas presentes en el departamento de Antioquia fue compilada en una matriz en la que se especificaban la siguiente información por cada problemática:

- Subregión
- Municipio
- Lugar específico de ocurrencia de la problemática (vereda, corregimiento, finca...)



- Coordenadas de latitud y longitud
- Dimensión: una de las seis mencionadas arriba
- Categoría
- Problemática
- Efecto (causado por la problemática)
- Causa directa
- Causa indirecta
- Solución implementada
- Solución que puede ser implementada
- Indicador efectividad/impacto (de la solución)
- ¿Es una problemática asociada al cambio climático? Sí/No
- Actor que reportó la problemática
- Tipo de actor (institucional, civil, privado)
- Frecuencia de la problemática
- Escala de la solución a implementar
- Temporalidad de los resultados de la solución
- Limitaciones/barreras para la implementación de la solución
- Observaciones
- Enlace de fotografías e imágenes

Una vez compilada y organizada toda la información recogida en campo en la matriz, y tras considerar que existía una debida representatividad del departamento en la información levantada, se realizó un primer un filtro para seleccionar aquellas que eran gobernables para los municipios y podían tener una solución ejecutable a través de los proyectos tipos —el producto central del proyecto de investigación y que constituye el corazón de los planes de adaptación municipal—. Es decir, si una problemática excede las competencias que poseen las entidades territoriales, en este caso, los municipios, la problemática se excluye; por ejemplo, aquellas cuya competencia radica en las autoridades ambientales. Este filtro se realizó mediante un filtro binario de Sí en caso de que hubiera competencia municipal, y de No en caso de que no la hubiera.

Tras este primer paso, las problemáticas de competencia municipal fueron sometidas a un proceso de armonización realizado por todo el equipo, en el que se procedió a la reescritura de cada una de las problemáticas para que su redacción final pudiera ser comprensible por el público objetivo que usará la herramienta virtual producto de este proyecto de investigación. Este público puede ser variado, por lo que, las problemáticas deben ser entendibles y claras, sin la necesidad de entrar en tecnicismos propios de



cada una de las áreas del conocimiento. Este ejercicio facilitó la delimitación a mayor detalle de algunos problemas y la combinación de problemáticas semejantes en aras de evitar la duplicidad o redundancia.

1.1.5. Espacialización de problemáticas

La siguiente fase de análisis de las problemáticas consistió en la espacialización de las problemáticas identificadas a nivel departamental, con el fin de analizar los posibles patrones de distribución que presentarían. Este ejercicio se realizó mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), y constó de dos fases:

Fase 1: Espacialización dicotómica

La extrapolación de los resultados de las problemáticas a escala departamental partió de reconocer que las problemáticas no se presentan de forma homogénea en el departamento. Por tanto, se indagó en la siguiente pregunta: ¿cómo identificar qué municipios poseen qué problemáticas? Para dar respuesta a esto, se emplearon Sistemas de Información Geográfica en los que, a partir de una o distintas variables, se lograra la representación de las problemáticas.

Un primer paso fue clasificar qué problemáticas eran espacializables, con base en información secundaria disponible, y cuáles no. A estas últimas se les denominó problemáticas transversales; es decir, que aparecen en todos los municipios del departamento, ya sea porque, en efecto, por su naturaleza son homogéneas o porque, no existe información a una escala adecuada para lograr una espacialización a detalle.

Aquellas variables que se clasificaron con posibilidad de espacialización se representaron a partir de su criticidad. Los municipios que resultaron contener alguna de las problemáticas respondían a que se encontraban entre un rango que se consideró como crítico; aquellos que no se encontraban dentro de dicho rango se categorizaron con la no presencia de la problemática. Esto permitió generar cartografías dicotómicas, en donde, 1 representa que contienen la problemática en su estado más crítico y 0, aquellos en donde, si bien puede existir la problemática, según los criterios planteados para los rangos de criticidad, se consideró de menor importancia para el ejercicio. Estos criterios se derivaron de una revisión bibliográfica para cada una de las problemáticas en aras de disminuir el carácter subjetivo en la definición de los rangos.



Fase 2: Definición de zonas homogéneas

Una vez obtenida la espacialización dicotómica para el número de problemáticas clasificadas como posiblemente espacializables¹, se planteó la posibilidad de indagar si con este insumo se podían plantear zonas homogéneas, compuestas por grupos coincidentes de problemas, en el departamento. Estas zonas homogéneas permitirían, al sumarle aquellas problemáticas transversales, la realización de árboles de problema para obtener problemáticas raíz que fueran particulares para cada una de las zonas definidas.

Para ello, se procedió a procesar la información mediante Excel para poder identificar qué municipios poseían qué problemáticas especializadas y si era posible, mediante este criterio, identificar zonas homogéneas. Lo obtenido no fue suficiente para lograr una zonificación, pues, si bien se tenían grupos de municipios con problemáticas iguales, a los que se les podrían plantear futuras soluciones, existían otros de difícil agrupación, y que, en caso dado de incluirse en grupos más homogéneos, se podía caer en un error desde la futura propuesta de soluciones a partir de los árboles de problemas; es decir, se le asignarían soluciones a problemas que, el municipio adicionado a grupos homogéneos, podría no presentar.

Teniendo lo anterior de base, se propuso la realización de un árbol de problemas general para todas las problemáticas identificadas; esto, en aras de que facilitara la toma de decisiones sobre la zonificación homogénea, en el que el criterio estaría sustentado en los municipios que comparten causas iguales; para ello se empleó la metodología de matriz de Vester.

1.1.6. Matriz de Vester, árbol de problemas y espacialización de las causas

Esta fue la fase final de análisis de las problemáticas, y consistió en tres fases secuenciales.

Fase 1: Construcción de la matriz de Vester

Como parte del insumo requerido que permitiera indagar sobre las zonas homogéneas producto de la espacialización de problemáticas, se procedió con el planteamiento de una matriz de Vester que, además, permitiría tener mayor claridad a la hora de proponer soluciones que ataquen realmente el origen y no los síntomas del problema (causas y no efectos). Esta calificación se realizó desde cada uno de los subgrupos asociados a las dimensiones, en aras de determinar las relaciones de causalidad, estableciendo si las problemáticas situadas en las filas eran causa de las problemáticas situadas en las columnas. El grado de causalidad se midió con un número del 0 al 3:

- 0: no es causa
- 1: causa leve
- 2: causa moderada



- 3: causa fuerte

Una vez realizado el ejercicio, se ordenaron las problemáticas evaluadas en activos (raíces), críticos (troncos), pasivos (ramas) e indiferentes, a partir de un ajuste en los ejes asociados a los cuadrantes en el gráfico de Vester. Con base en estos resultados se procedió con la identificación de cuál era la categorización de las problemáticas espacializadas anteriormente e indagar si se podían generar zonas homogéneas con este criterio. La conclusión fue que no era posible plantear zonas homogéneas, ya que, la gran mayoría de las problemáticas espacializadas se catalogaron como críticas y pasivas, es decir, troncos del problema, u efectos; las pocas problemáticas categorizadas como activas, consideradas causas, no eran suficientes para determinar zonas homogéneas a partir de ellas; es decir, no se podían considerar como causas de los problemas que se especializaron. Esto denota la importancia de contar con fuentes de información disponible para la espacialización a futuro.

Fase 2: Construcción de árboles de problemas

Bajo este panorama, y con base en el ejercicio realizado con la matriz de Vester, se planteó la construcción un árbol de problemas general, en vista de que, plantearlo a partir de zonas homogéneas producto de la espacialización dicotómica, no dio resultado.

Así, se organizaron los resultados de la matriz de Vester en diversos árboles de problemas que fueron propuestos por grupos interdisciplinarios dentro del equipo, teniendo como directriz encontrar problemas centrales dentro de las problemáticas identificadas según la clasificación derivada de la Matriz de Vester; es decir, se agrupan problemáticas críticas en grandes problemas que poseen problemáticas activas, consideradas causas, y problemáticas pasivas, considerados efectos. Aquellas problemáticas indiferentes se evaluaron en su pertinencia para abordarlas dentro de los árboles a pesar de que su calificación arrojó encontrarse bajo esta categoría. El paso final consistió en definir, tras una discusión grupal, árboles de problemas definitivos que consideraran las particularidades propuestas en los grupos pequeños. Se optó por la construcción de más de uno reconociendo la existencia de diversos problemas centrales.

Fase 3: Espacialización de las causas

Una vez obtenidos los árboles de problemas generales, se procedió con la revisión de las problemáticas activas (causas) para determinar cuál era, en definitiva, abordable desde un proyecto tipo. Esto permitió filtrar algunas problemáticas y definir otros ejercicios de espacialización de problemáticas a partir de métodos no tan rigurosos; esto, en aras de no perder la heterogeneidad de estas en el departamento.



Los resultados obtenidos se encuentran a nivel departamental, es decir, aquellas problemáticas identificadas como de un alto grado de causalidad se repetirían en cada uno de los municipios. En aras de tener una representación heterogénea de estos problemas, que reconozca diferentes grados de criticidad, se planteó un ejercicio de espacialización de las problemáticas; el Anexo 2 da cuenta del proceso metodológico que permitió dar línea al ejercicio tras explorar distintos medios. El seleccionado, consistió en espacializar los problemas con un alto grado de causalidad (los catalogados como activos), obteniendo una distinción entre los diferentes municipios, y dando una línea base para trabajar sobre las soluciones.

1.1.7. Relación problemáticas-soluciones

Cada solución planteada se relacionó mediante una matriz binaria con las problemáticas encontradas para el departamento de Antioquia. El valor "0" indica que la solución no contribuye a resolver la problemática, mientras que el valor "1" señala que sí aporta a su resolución. Esta matriz binaria fue construida en varias sesiones grupales, de modo que todos los expertos en cada una de las dimensiones estuvieran presentes para evaluar en detalle la afinidad entre problemáticas y soluciones.

Una vez completada esta matriz, se procedió a la representación en un plano cartesiano de las relaciones obtenidas entre problemáticas y soluciones, de modo que se pudiera determinar las soluciones más versátiles (que responden a un mayor número de problemáticas) y aquellas más específicas (responden a un problema en concreto). Finalmente, se procedió a un análisis de las problemáticas y las soluciones de cada dimensión de análisis, de modo que pudieran analizarse las interrelaciones entre dimensiones.

1.2. Resultados

1.2.1. Área de estudio

Las visitas de campo se realizaron en 39 municipios en las 9 subregiones de Antioquia, durante el periodo 2023-2024. La selección de los municipios visitados estuvo determinada por la receptividad de las instituciones municipales, la presencia de organizaciones sociales o empresas con iniciativas con enfoque territorial y sostenible. En cada visita, se trató de contactar con el mayor número de actores posible, con el fin de obtener información diversa y detallada sobre las problemáticas y soluciones de cada municipio.

1.2.2. Revisión bibliográfica

La búsqueda inicial, que empleó los términos "territorial problems" and "climate change", dio como resultado 301 documentos, que se redujeron a 211 al aplicar el primer filtro, que era seleccionar solo



artículos y libros en inglés o en español. El segundo filtro buscaba identificar específicamente los documentos que abordaran casos en América Latina, lo cual redujo el número a 36.

Una revisión sobre los temas abordados en estos documentos permitió identificar que había tanto artículos de revisión como análisis de casos. Los primeros abarcan asuntos relacionados con estudios rurales y paisajes culturales, los segundos se refieren a gestión del riesgo, planeación territorial, abastecimiento de agua, infraestructura y soluciones basadas en naturaleza, movilidad sostenible, políticas o gobernanza asociada, incluidos temas de pago por servicios ambientales o estrategias REDD+ (*Reducing emissions from deforestation and forest degradation*), despoblamiento rural, usos del suelo como ganadería, aguacate, y agricultura solidaria (**Figura 1**). Como se puede ver, una amplia diversidad de temas, que se quedan muchas veces en generalidades que no permiten identificar qué puede estar ocurriendo en un territorio específico como Antioquia.

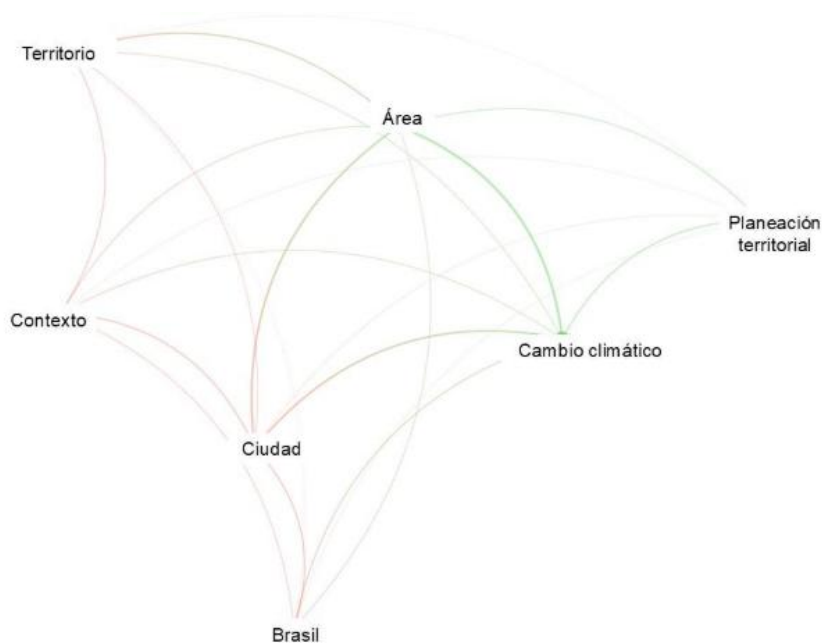


Figura 1. Principales temáticas identificadas en la revisión en Scopus y Google Académico. Fuente: *Elaboración propia (2025).*

1.2.3. Identificación en el territorio

En la recolección de información se tuvo contacto con 46 municipios de los 125 del departamento, es decir, aproximadamente un 40%, con representación en cada una de las subregiones. De estos municipios, 39 fueron contactados mediante visitas de campo, y con los otros 7 se realizaron reuniones virtuales con



actores del territorio. Los recorridos se realizaron entre mayo de 2023 y diciembre de 2024. Los 46 municipios representan 814 problemáticas identificadas.

A continuación, se presentan las problemáticas identificadas y agrupadas en grupos de categorías a partir de las dimensiones planteadas en el apartado de metodología. La **Figura 2** presenta las dimensiones y categorías planteadas.



Figura 2. Dimensiones y categorías planteadas en el ejercicio. Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación, se describen las seis dimensiones en las que se agruparon las problemáticas identificadas en el departamento de Antioquia:

1.2.3.1. Biodiversidad y Servicios ecosistémicos



Figura 3. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Biodiversidad y Servicios ecosistémicos. Fuente: Elaboración propia (2025).



Esta dimensión examina el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (SE) en Antioquia, destacando su papel esencial en la adaptación al cambio climático. Puede entenderse como la diversidad biológica que poseen los ecosistemas y los servicios ecosistémicos que estos prestan. Tiene como alcance la identificación de factores que incidan sobre los ecosistemas, su biodiversidad y, por tanto, en los servicios ecosistémicos. La interconexión entre la salud de los ecosistemas y el bienestar humano subraya la importancia de soluciones sostenibles que promuevan la conservación y restauración de la naturaleza.

Dentro de la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, se han identificado diversas problemáticas que afectan el estado de los ecosistemas en Antioquia (**Figura 3**). A partir de un análisis exhaustivo de 86 registros hallados en el departamento, se han extraído 18 problemáticas generales, agrupadas en tres categorías que abarcan fenómenos comunes.

La primera categoría, *Degradación por actividades productivas y extractivas*, incluye problemáticas relacionadas con la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, como la deforestación y la sobreexplotación de fauna. Algunas de las causas mayoritarias identificadas son la expansión de la frontera agrícola y ganadera, tala selectiva, sobreexplotación de caza y pesca, monocultivos forestales, extracción minera y fragmentación predial. También se registra la deforestación en áreas protegidas del SINAP y, en general, toda aquella degradación ecosistémica vinculada a actividades económicas.

La segunda categoría, *Degradación por prácticas socioculturales*, hace referencia a prácticas, tradicionales o no, que conllevan una afectación sobre la base natural, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Entre ellas se puede encontrar la introducción de especies invasoras, los incendios forestales (provocados o accidentales), la pérdida de fauna terrestre por asesinato (donde especies que son mal vistas socialmente enfrentan la reducción de sus poblaciones), el turismo masivo y los atropellos de fauna sobre vías.

La categoría de *Dinámica natural de los ecosistemas* se expresa en la respuesta ante una perturbación o cambio en las condiciones normales del clima o del entorno. Esta respuesta natural (dinámica natural) puede conllevar al desplazamiento del nicho ecológico de ciertas especies, promoviendo migraciones atípicas entre diferentes altitudes, o a los cambios fenológicos (modificación en las temporadas de floración o foliación, por ejemplo). Esta categoría por sí misma es la expresión más clara de una respuesta adaptativa de las especies antes nuevas condiciones.



1.2.3.2. Recurso hídrico



Figura 4. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Recurso Hídrico. Fuente: Elaboración propia (2025).

Esta dimensión se enfoca en la evaluación y gestión de los recursos hídricos en Antioquia, analiza factores que afectan la calidad y disponibilidad del agua y el análisis de la influencia del cambio climático, proporcionando un panorama claro sobre las dinámicas del recurso hídrico e identificando problemas emergentes que permitan proponer soluciones que aseguren el acceso sostenible al agua y protejan los servicios ecosistémicos relacionados.

El recurso hídrico se entiende como el conjunto de aguas disponibles en un territorio, tanto superficiales (ríos, lagos, embalses) como subterráneas (acuíferos), que pueden ser utilizadas para diversas actividades humanas, como el consumo, la agricultura, la industria y la generación de energía. Aunque es renovable, su disponibilidad es limitada y está influenciada por factores naturales y humanos.

Dentro de la dimensión Recurso Hídrico, se han establecido cinco categorías para clasificar y entender las problemáticas relacionadas con el agua (**Figura 4**). A continuación, se describe cada una de ellas.

Calidad de agua inadecuada hace referencia a contextos en las que el agua disponible no cumple con los estándares de seguridad para el consumo humano y otros usos; esta categoría incluye la presencia de contaminantes que comprometen la potabilidad del agua, tales como patógenos, productos químicos y metales pesados. La calidad inadecuada del agua puede surgir de diversas fuentes, como la contaminación de cuerpos de agua por actividades industriales, agrícolas y domésticas. Esta categoría es crucial para garantizar que el agua que se suministra a las comunidades sea segura y saludable, así como para implementar medidas correctivas en los sistemas de tratamiento y distribución de agua.

La categoría *Contaminación hídrica* aborda los diversos tipos de contaminación que afectan los cuerpos de agua, clasificándolos según las fuentes y tipos de contaminantes, y las malas prácticas socialmente aceptadas que contravienen un manejo adecuado de los recursos hídricos. Entre ellas se incluyen la contaminación por lixiviados y productos químicos derivados de actividades productivas y extractivas, el depósito de residuos sólidos y desechos orgánicos en corrientes de agua, el vertimiento de aguas servidas



debido a la falta de infraestructura adecuada, y costumbres que fomentan una relación insostenible con los cuerpos de agua, como el mal manejo de residuos. Cada tipo de contaminación tiene un impacto específico sobre la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos, lo que permite dirigir esfuerzos específicos para controlar y reducir la contaminación, restaurar la calidad del agua y proteger la salud de los ecosistemas.

El *Déficit hídrico para abastecimiento humano* se refiere a la insuficiencia de agua disponible para satisfacer las necesidades básicas de la población; por lo que se abordan problemáticas como la falta de infraestructura adecuada para la captación, almacenamiento y distribución de agua, el deterioro de la infraestructura existente y, la pérdida de fuentes hídricas clave. Además, se considera la insuficiencia de agua debido a usos inadecuados del suelo en áreas altas de las cuencas y las restricciones en el acceso al agua provocadas por la sobreexplotación y la fragmentación predial.

El *Déficit hídrico por actividades productivas* se enfoca en la escasez de agua originada por sectores industriales, agrícolas y energéticos. Las problemáticas incluyen la disminución en la disponibilidad de agua en los nacimientos, la pérdida de fuentes hídricas esenciales para las actividades productivas y la sobreexplotación del recurso hídrico debido a prácticas agroindustriales intensivas. Comprender cómo la falta de agua impacta la productividad y la sostenibilidad de las actividades económicas ayudará a desarrollar estrategias que equilibren las demandas productivas con la conservación y calidad del recurso hídrico.

La *Pérdida de Servicios Ecosistémicos relacionados con el agua* es una categoría que considera la degradación de las funciones y beneficios que los ecosistemas proporcionan, tales como la regulación del ciclo del agua, la protección contra inundaciones, y el soporte a la biodiversidad, e incluye dinámicas como la deforestación y el cambio en los usos del suelo por expansión agropecuaria, la insuficiencia en las estrategias de conservación de los ecosistemas, la pérdida de vegetación protectora en rondas hídricas, y la transformación de coberturas naturales. La pérdida de estos servicios ecosistémicos puede afectar la capacidad de los ecosistemas para mantener el equilibrio hídrico y la salud ambiental general, por lo que esta categoría permite identificar áreas de intervención para restaurar y conservar los ecosistemas críticos para la regulación y el rendimiento hídrico.



1.2.3.3. Agricultura

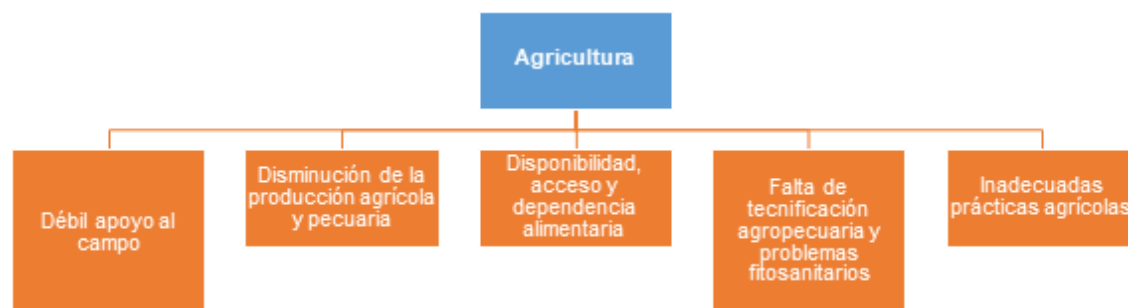


Figura 5. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Agricultura. Fuente: Elaboración propia (2025).

Esta categoría aborda las problemáticas asociadas a la producción de alimentos, sus implicaciones y el impacto del cambio climático sobre estas actividades. Se busca identificar las vulnerabilidades existentes de los productores y proponer acciones que garanticen la seguridad alimentaria, garantizando que las comunidades puedan satisfacer sus necesidades nutricionales de manera sostenible.

La dimensión de Agricultura se entiende como la actividad humana orientada al cultivo de productos agrarios, dentro de los que se encuentra la cría de animales. Esta definición abarca la domesticación de los recursos vegetales y animales (Uchola, 2016). La agricultura forma parte de la base económica de la sociedad, por lo tanto, es un proceso de producción socialmente determinado, que busca en un principio satisfacer las necesidades alimenticias del hombre; actualmente satisface las necesidades de producción de bienes primarios para la producción de valores de cambio (Parra et al., 1986). Si bien, la agricultura desde la economía se considera como una actividad económica, va más allá; se puede ver como una forma de vida, como un patrimonio, identidad cultural o como un pacto ancestral con la naturaleza, y vista como tal es inconmensurable (FAO, n.d.).

Desde este punto de vista, la agricultura como principal fuente de alimentos para la población mundial, se convierte en un eslabón importante para lograr la seguridad alimentaria, porque garantiza la producción, el acceso y la distribución de alimentos suficientes, nutritivos y sostenibles. Por lo tanto, los estudios de impactos y estrategias de adaptación al cambio climático en la agricultura son fundamentales para lograr la seguridad alimentaria (Morales-Casco & Zúniga-González, 2016).

Dentro de esta dimensión se han identificado cinco categorías de problemáticas que afectan la capacidad de producción alimentos y materias primas, enfocado en una afectación directa en la y de la agricultura, y por ende en la seguridad alimentaria de las comunidades del departamento. Estas problemáticas están interrelacionadas y reflejan las diversas vulnerabilidades que enfrentan las comunidades en Antioquia (Figura 5). A continuación, se describe cada una de ellas.



La *Disponibilidad, acceso y dependencia alimentaria* hace referencia a las dificultades que enfrentan las comunidades en cuanto a la disponibilidad y acceso a alimentos, así como a la dependencia de productos alimentarios externos. Esta problemática incluye la necesidad de importar alimentos que no se producen localmente, lo que expone a las comunidades a variaciones en los precios y a la inseguridad en la oferta. Además, la falta de un banco de semillas que garantice la conservación de variedades locales limita la soberanía alimentaria de las comunidades. A su vez, la capacidad económica de los hogares para adquirir alimentos es un factor determinante, ya que la inseguridad alimentaria no solo está vinculada a la disponibilidad en el mercado, sino también a las dificultades para acceder a estos productos debido a limitaciones económicas. Esta combinación de factores impacta negativamente en la salud y el bienestar de las poblaciones.

La *Disminución de la producción agrícola y pecuaria* se aborda la reducción en la eficiencia y efectividad de la producción agrícola, lo que impacta directamente en la capacidad de los hogares para obtener alimentos. Esta problemática es crucial para entender la sostenibilidad de las prácticas agrícolas en la región.

Las *Inadecuadas prácticas agrícolas*, esta categoría aborda como las prácticas agrícolas actuales pueden tener efectos adversos en la producción, la salud de las personas y el medio ambiente. Estas prácticas se consideran como no sostenibles, pues no hay un uso adecuado de los recursos naturales, o uso excesivo de pesticidas y agroquímicos, técnicas de cultivos perjudiciales para los recursos naturales, entre otros.

El *Débil apoyo al campo* señala la falta de políticas adecuadas que contemplen las realidades del ámbito rural. La ausencia de proyectos y programas de apoyo limita el desarrollo de emprendimientos agropecuarios y la implementación de prácticas sostenibles.

La *Falta de tecnificación agropecuaria y problemas fitosanitarios*, esta categoría hace referencia a la escasa adopción de tecnologías avanzadas en la actividad agropecuaria, lo que limita la eficiencia y competitividad del sector. La falta de acceso a información actualizada, a nuevas variedades de semillas, a sistemas de riego eficientes y a maquinaria moderna contribuye a mantener prácticas agrícolas ineficientes. Además, el uso limitado de tecnologías de automatización perpetúa ciclos de baja productividad. A su vez, los problemas fitosanitarios, como el impacto de plagas y enfermedades en cultivos y producción animal, agravan aún más la situación, provocando pérdidas económicas significativas y reduciendo la disponibilidad de alimentos en el mercado. Estos factores combinados representan un desafío importante para la sostenibilidad y el crecimiento de la producción agropecuaria.



1.2.3.4. Infraestructura, hábitat y construcción

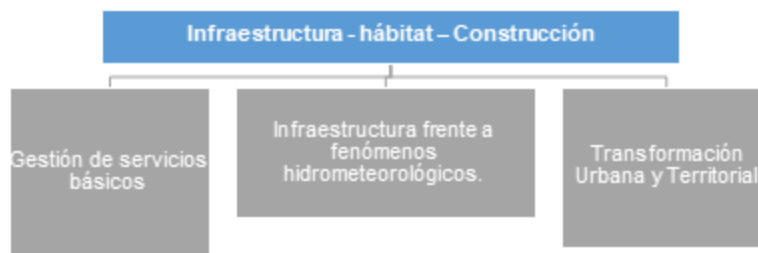


Figura 6. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Infraestructura, Hábitat y Construcción. Fuente: Elaboración propia (2025).

Dentro de la dimensión físico espacial del ambiente construido se hace una subdivisión de términos base que direccionan el desarrollo investigativo, donde la infraestructura, el hábitat y la construcción juegan un papel fundamental en el entendimiento del territorio y sus problemáticas, se entiende el concepto de infraestructura como un tipo de conjunto espacial que abarca instalaciones fijas, sistemas sociotécnicos complejos y una normatividad para garantizar el acceso a diversos usuarios que deben ser regulados (Flyvbjerg et al., 2003), asociado por lo general a términos como instalación, red y sistemas. Por otro lado, el concepto de hábitat en Colombia se aborda desde dos diferentes perspectivas:

“...la corriente administrativa e institucional del hábitat, en la que se encuentran los instrumentos de planificación que materializan los tratados firmados a la ONU; y la corriente académica, que trata de abordar de manera conceptual y contextual al hábitat desde una perspectiva sistémica e integral” (Jiménez, 2013, p. 39).

Para finalizar el tercer término es la construcción el cual es a partir de múltiples términos como construcción de proyectos civiles y arquitectónicos, en este sentido El término construcción, según el Diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española, 2001), se refiere a la acción y efecto de construir, arte de construir y obra construida y edificada (Soriano, 2012), por consiguiente el término podría tener una duplicidad de representaciones, una correspondiendo a la acción que implica construir y en sí mismo el objeto construido.

En síntesis, la infraestructura se refiere a los sistemas y redes esenciales para el funcionamiento de la sociedad, mientras que el hábitat abarca las condiciones sociales, culturales y ambientales que afectan la vida humana y la construcción se enfoca en el proceso de edificación y el objeto construido, abarcando tanto el acto de construir como el resultado final. Aunque distintos, estos conceptos están interrelacionados en el desarrollo del territorio y el espacio habitado. Las problemáticas relacionadas con estos procesos, identificadas en Antioquia (**Figura 6**), se describen a continuación:



La *Gestión de servicios básicos* es crucial para el bienestar de la población y para garantizar una respuesta efectiva ante eventos climáticos adversos. La insuficiencia de la infraestructura en áreas clave como el abastecimiento de agua potable, la disposición y tratamiento de aguas residuales, así como la gestión de residuos sólidos, son aspectos críticos que afectan directamente la calidad de vida de los habitantes y su capacidad de adaptación. La falta de redes adecuadas de agua y saneamiento no solo pone en riesgo la salud pública, sino que también limita las posibilidades de una respuesta rápida y eficaz ante fenómenos como sequías e inundaciones. Asimismo, la insuficiencia de infraestructura energética y de telecomunicaciones, incluyendo la ausencia de sistemas de alerta temprana, dificulta la coordinación de acciones durante emergencias y reduce la resiliencia ante situaciones extremas.

La *Infraestructura frente a fenómenos hidrometeorológicos* es un área especialmente vulnerable en Antioquia. Las infraestructuras viales, tanto primarias como secundarias y terciarias, se ven afectadas por desastres naturales como derrumbes, desbordamientos de ríos y movimientos en masa, lo que interrumpe la conectividad de las regiones y pone en peligro la seguridad de las personas. En muchas zonas, el desbordamiento de los ríos afecta directamente en las vías de acceso, mientras en las vías terciarias, especialmente en áreas rurales, sufren daños graves debido a la erosión y los deslizamientos de tierra. La infraestructura fluvial y costera también enfrenta grandes desafíos, como la erosión en las márgenes de los ríos y costas, lo que amenaza la estabilidad de las construcciones en esas áreas. Estos fenómenos no solo afectan la movilidad de las personas, sino que también impactan la conectividad a los servicios básicos, la actividad económica y la seguridad de las comunidades, además, la falta de medidas de seguridad vial, como la protección de fauna en las rutas, aumenta los riesgos asociados al transporte y pone en peligro la biodiversidad local.

La *Transformación urbana y territorial*, considerando que las intervenciones humanas en el ámbito urbano y territorial han tenido efectos adversos en la capacidad de adaptación al cambio climático, especialmente a través de la transformación de los hábitats. La fragmentación predial y los cambios en los usos del suelo, como la ocupación de zonas de riesgo o de ciénagas, agravan la vulnerabilidad de las comunidades, exponiéndolas a mayores riesgos de inundaciones, deslizamientos de tierra y otros desastres naturales. Esta problemática está vinculada al desarrollo del tejido urbano, que se ve afectado por la falta de planificación y orden en el crecimiento de las áreas urbanas y rurales. La expansión urbana informal y la expansión rural informal, tanto en zonas urbanas como en áreas rurales, sin una planificación adecuada, han contribuido al crecimiento desbordado y a la falta de infraestructuras básicas, lo que limita la capacidad de las poblaciones para hacer frente a fenómenos climáticos extremos. Además, la especulación del suelo debido a la presencia de obras de infraestructura también ha exacerbado este problema, al priorizar el crecimiento desordenado sobre la protección del entorno. En cuanto a la materialidad y técnicas constructivas, el uso de materiales y técnicas constructivas inadecuadas en la



edificación de viviendas y otras infraestructuras incrementa la fragilidad de estas frente a eventos climáticos, exponiendo aún más a las personas a situaciones de riesgo. La presencia de infraestructuras mal adaptadas al entorno, como espolones que favorecen la erosión costera, también contribuye a procesos de mal adaptación ambiental, donde las construcciones no solo resisten los efectos del cambio climático, sino que los agravan, intensificando las consecuencias de fenómenos naturales adversos.

1.2.3.5. Gobernanza

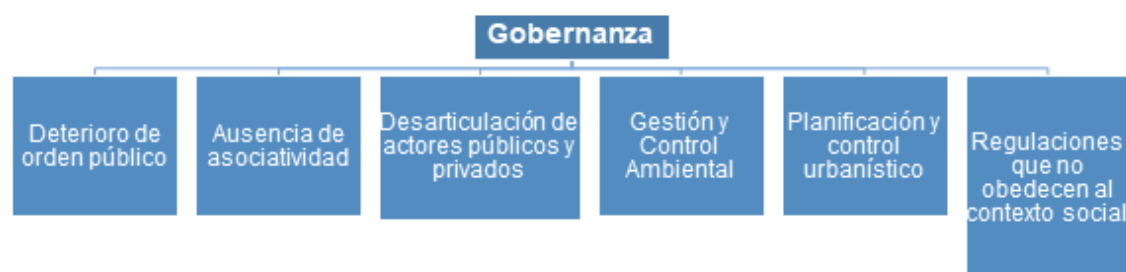


Figura 7. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Gobernanza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Esta dimensión analiza las estructuras de gobernanza y la efectividad de la participación comunitaria en la toma de decisiones ambientales. Se enfoca en las brechas existentes en la acción colectiva y la asociatividad, así como en la pérdida de saberes y prácticas tradicionales que podrían contribuir a la adaptación. La evaluación de la coordinación y planificación de las entidades oficiales es crucial para fortalecer la gobernanza ambiental y fomentar un enfoque de mayor inclusión y efectividad en la gestión de recursos.

Por gobernanza se entienden los modelos de interacción presentes en un conglomerado social para la toma de decisiones y la generación de acuerdos que involucran la gestión de los elementos naturales y sociales presentes en su entorno, involucrando la pluralidad de actores y la ejecución de acciones colectivas.

Adicionalmente, se evalúa el nivel de coordinación y planificación de las entidades oficiales en materia ambiental, constatando el grado de inclusión de las comunidades en los proyectos y programas institucionales, el nivel de asertividad de implementación conforme a las particularidades del territorio y gestión de recursos naturales.



En igual sentido, esta dimensión aborda problemáticas relacionadas con la planificación y control urbanístico de los territorios, advirtiendo sobre las deficiencias existentes en el territorio, la especulación y desintegración de los terrenos, su conexión con las declaraciones de protección y preservación ambiental como la relación de las comunidades y actores gubernamentales con los grupos armados al margen de la ley (**Figura 7**). Las categorías de problemáticas identificadas son:

El *Deterioro de orden público* contiene todas aquellas problemáticas que surgen en materia social, económica, política y en la administración pública ante la presencia e influencia en el territorio de los grupos armados al margen de la ley. Así mismo se evidencia la falta de acción y legitimidad de la fuerza pública en el territorio. Abarca las diversas problemáticas sociales, económicas, políticas y administrativas que surgen cuando los grupos armados ilegales ejercen su influencia en el territorio. Además, se pone de manifiesto la falta de acción efectiva y la limitada legitimidad de la fuerza pública en el territorio.

La *Ausencia de asociatividad* hace referencia a las brechas para la adaptación relacionadas con la falta de capacidad de generar acciones colectivas y ejecuciones conjuntas en la comunidad. De igual forma, se evidenció en las entrevistas realizadas que las asociaciones comunitarias al momento de acceder, formular y ejecutar proyectos tienen como dificultades: el aumento de los costos operativos, la carencia de capacidad técnica, informalidad jurídica de las asociaciones, falta de instalaciones físicas, falta de acompañamiento institucional, en ocasiones se presenta algunos tipos de rivalidad con otras organizaciones o asociaciones colectivas, reubicación de los miembros de la comunidad por factores ajenos a los integrantes, malas prácticas individuales en los espacios comunes y finalmente se presenta vulnerabilidad de los pequeños productores rurales frente a los intermediarios en los sectores productivos.

La *Desarticulación de actores públicos y privados* en la confluencia de proyectos con propósitos ambientales relacionados pero ejecutados de manera aislada por actores distintos, esta categoría tiene en cuenta la cantidad de proyectos en materia ambiental que son ejecutados en un mismo territorio por distintos actores (entidades y colectivos comunitarios, empresa privada presente en el municipio, entidad oficial) con poca o con nula coordinación; de igual forma, se evidencia que estos grupos o iniciativas tienen en común las siguientes problemáticas o desafíos: no reconocen o identifican actores potencialmente valiosos para la ejecución de proyectos ambientales en el municipio, no cuentan con capacidad instalada, ausencia del diseño de estrategias de conservación (banco de hábitat), ejecutan proyectos producto de las compensaciones ambientales pero o hacen de manera desarticulada, no cuentan con sedes o instalaciones propias lo que conlleva acudir a contratos de arrendamiento, comodato y/o ocupación informal del territorio siendo estos insuficientes o que general gran incertidumbre jurídica.



La *Gestión y control ambiental* alude a los problemas que surgen debido al poco acompañamiento o la ausencia de control y sanción en materia ambiental por las autoridades competentes, así como la administración de diversas categorías de protección, en particular, la insuficiente gestión y aplicación de sanciones ambientales por parte de las autoridades en zonas de interés ecosistémicos o con categorías de protección, en particular, se presenta insuficiente gestión y aplicación de sanciones ambientales por parte de las autoridades en zonas de interés ecosistémicos o con categorías de protección, dificultades para la adquisición de áreas para la protección y conservación, falta de evaluaciones de la gestión del riesgo Planes de Desarrollo Municipal para atender los asuntos asociados al cambio climático, la falta de implementación de las herramientas de regulación del turismo (modelo de capacidad de carga, límites de cambio aceptable) en la administración de las áreas protegidas y todas aquellas acciones administrativas dirigidas a la protección de los recursos naturales.

La *Planificación y control urbanístico* se refiere a la gestión del suelo, siendo esta liderada por los municipios mediante sus instrumentos de ordenamiento territorial por la cual se asignan usos del suelo, se plantean dinámicas de urbanización y se formulan herramientas de control urbanístico. Se evidenció que la falta de planificación y gestión del suelo genera en los territorios, la adjudicación indebida o apropiación de ecosistemas estratégicos a particulares, la especulación y fragmentación predial, el otorgamiento de licencias, títulos o permisos para adelantar actividades económicas en zonas con poco amortiguamiento o con características especiales de protección y conservación lo que conlleva a la presión indebida sobre los recursos naturales.

Las *Regulaciones que no obedecen al contexto social*, es una categoría va dirigida a describir aquellas barreras relacionadas con la gestión urbana y ambiental ante la toma de decisiones con desconocimiento de las necesidades y dificultades del territorio por parte de las autoridades, lo que se traduce en: trámites lentos, costosos y excesivos en materia de otorgamiento de permisos o licencias de explotación de especies y recursos forestales de escalada comunitaria, dificultades para obtener el registro INVIMA de productos agrícolas, entre otras.



1.2.3.6. Medios de vida



Figura 8. Esquema resumen de las problemáticas de la dimensión de Medios de vida. Fuente: Elaboración propia (2025).

Los medios de vida se refieren a las estrategias, recursos y actividades que las personas y comunidades utilizan para asegurar su bienestar y sobrevivencia económica y social. Estos medios incluyen una combinación de capital humano, natural, físico, social y financiero. Los medios de vida sostenibles no solo permiten la satisfacción de necesidades actuales, sino que también pueden adaptarse y recuperarse de choques y tensiones, sin comprometer el bienestar de generaciones futuras.

Dentro de los medios de vida, los recursos son un concepto fundamental, y se entiende cómo los activos o capitales que las personas y comunidades poseen o a los que tienen acceso, y que utilizan para generar bienestar y asegurar su subsistencia, es decir, los recursos son los insumos que se movilizan para generar ingresos y bienestar. Entre ellos se encuentran el Capital Humano: las habilidades, conocimientos, capacidades físicas y salud de las personas; Capital Natural: los recursos naturales disponibles, como tierra, agua y biodiversidad; Capital Físico: infraestructuras y bienes materiales, como vivienda, maquinaria y tecnología; Capital Social: redes sociales, relaciones de confianza y reciprocidad; Capital Financiero: recursos monetarios, ahorros y acceso a créditos.

Dentro de esta dimensión se construyeron cuatro categorías orientadas a entender cómo se gestionan y desarrollan los medios de vida, cómo se representan las condiciones bajo las cuales los recursos se utilizan y bajo qué estrategias se implementan; es decir, son los factores que condicionan la manera en que se utilizan esos recursos y su sostenibilidad o vulnerabilidad (**Figura 8**). Las categorías de esta dimensión se presentan a continuación.

Los *Ingresos* (formales e informales) se refieren a los recursos monetarios que las personas o los hogares obtienen a través de diversas actividades económicas que les permiten satisfacer sus necesidades y mejorar su calidad de vida. Los ingresos pueden clasificarse en dos tipos principales:



- **Ingresos Formales:** son los ingresos obtenidos a través de actividades reguladas por las leyes y normativas de un país. Estos incluyen salarios, sueldos, pensiones y otros ingresos que derivan de empleos o actividades económicas registradas formalmente. Los ingresos formales se caracterizan por estar sujetos a regulaciones laborales, derechos sociales, impuestos y, en muchos casos, beneficios como seguridad social y pensiones. La estabilidad y previsibilidad de los ingresos formales suelen estar garantizadas en mayor medida que los informales.
- **Ingresos Informales:** se refieren a los ingresos obtenidos a través de actividades económicas que no están registradas oficialmente ni reguladas por el gobierno. Estos ingresos suelen provenir de trabajos no declarados, autoempleo, pequeños comercios, o cualquier actividad que no paga impuestos ni ofrece beneficios laborales formales. Los ingresos informales son más volátiles e impredecibles, y las personas que dependen exclusivamente de ellos suelen estar más expuestas a vulnerabilidades económicas y sociales.

La *Educación* es el proceso mediante el cual las personas adquieren conocimientos, habilidades, valores y competencias que les permiten desarrollarse tanto personal como profesionalmente. La educación no solo se refiere a la escolarización formal (primaria, secundaria, universitaria), sino también a la formación técnica y vocacional, así como al aprendizaje continuo a lo largo de la vida. Esta categoría se abordará desde dos variables: acceso y calidad de la educación.

El primero, acceso a la educación, se refiere a la disponibilidad y calidad de oportunidades educativas para las personas, incluyendo la infraestructura escolar, materiales educativos, maestros calificados y sistemas de apoyo que promuevan el aprendizaje efectivo; el segundo, calidad de la educación: Va más allá de la cobertura o acceso, y evalúa el contenido de los programas educativos, la preparación de los maestros, el uso de recursos tecnológicos y pedagógicos, así como la relevancia de los conocimientos y habilidades impartidos.

La *Productividad* se refiere a la eficiencia con la que los recursos disponibles (trabajo, capital, tecnología, etc.) son utilizados para generar bienes y servicios. En un contexto económico, es una medida del rendimiento, que suele expresarse como la relación entre la cantidad de producción obtenida y los insumos empleados. Dentro del marco del cambio climático, la productividad abarca no solo la cantidad producida, sino también la sostenibilidad de los métodos de producción, considerando el uso eficiente de los recursos naturales y el impacto ambiental.

La *Pérdida de prácticas culturales* destaca las brechas existentes que afectan la capacidad de las comunidades para llevar a cabo acciones colectivas y proyectos de iniciativa comunitaria, esto incluye la influencia de un sistema de valores y prácticas culturales que se oponen a los esfuerzos de adaptación, así como la necesidad de implementar campañas de educación y formación. Además, se identifican



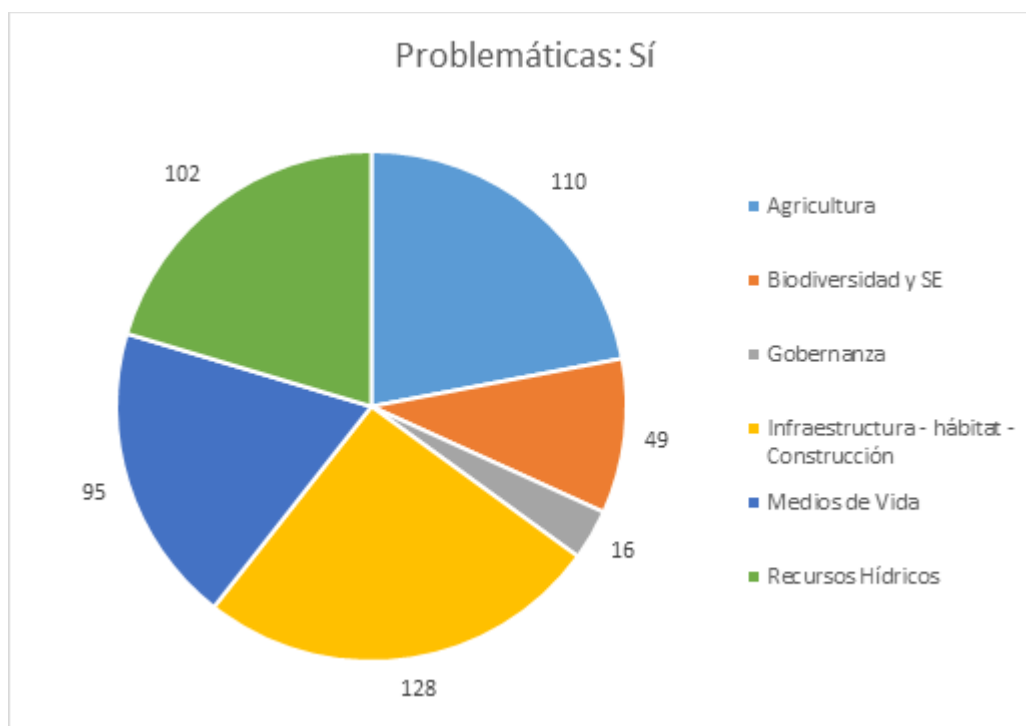
fenómenos que contribuyen a la desaparición de saberes y prácticas tradicionales que promueven la sostenibilidad.

1.2.4. Matriz de problemáticas

Se recopilaron un total de 814 registros de problemáticas en 46 municipios de las 9 subregiones de Antioquia (39 fueron visitados mediante salidas de campo, y 7 contactados mediante reuniones virtuales con actores territoriales). Estas problemáticas fueron sometidas a dos filtros para llegar a su expresión final:

1.2.4.1. Determinación de la competencia municipal

Una vez realizado el filtro de competencia municipal, de las 814 problemáticas identificadas, se obtuvieron 500 clasificadas como aptas para dar solución por parte de las entidades municipales; las otras 314 se descartaron dado que excedían el alcance del ejercicio. La **Figura 9** presenta la proporción de problemáticas que pasaron el filtro y aquellas que no.



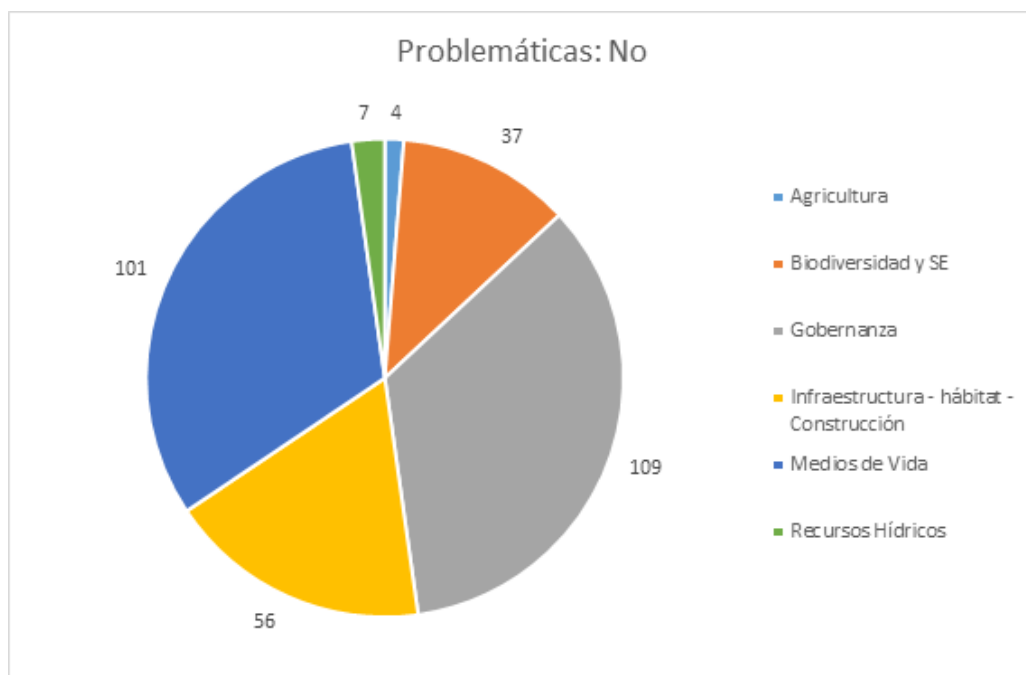


Figura 9. Proporción de problemáticas por dimensión que pasaron el filtro de competencia municipal (gráfica superior) y de aquellas problemáticas que extralimitan las competencias municipales (gráfica inferior). Fuente: Elaboración propia (2025).

1.2.4.2. Armonización de problemáticas

A continuación, se presenta la armonización de las problemáticas identificadas, en un lenguaje más simple, pero sin perder el objeto descrito.

Como se comentó en el apartado de metodología, este ejercicio permitió combinación de algunas problemáticas semejantes. A continuación, la **Tabla 1** presenta las problemáticas que se reemplazaron por otras problemáticas de otras dimensiones. Esto conllevó a que las dimensiones involucradas variaran su número de problemáticas en 11 para recurso hídrico, 10 para agricultura, 18 para infraestructura-hábitat-construcción, y 12 para medios de vida.

Tabla 1. Problemáticas combinadas entre dimensiones durante el proceso de armonización. Fuente: Elaboración propia (2025).

Dimensión original	Problemática	Dimensión a la que pasa	Problemática
Recurso Hídrico	Vertimientos de aguas servidas por carencia o déficit de infraestructura de manejo adecuado.	Infraestructura-Hábitat-Construcción	Ausencia o insuficiencia de sistemas para el tratamiento de aguas residuales



Medios de vida	Mal uso de productos químicos	Agricultura	Daño ambiental por malas prácticas agrícolas
	Deficiente infraestructura productiva		Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria

El *Anexo I. Armonización de problemáticas* presenta el listado de problemáticas completo junto con la armonización de nombres planteada a mayor detalle.

1.2.5. Espacialización de problemáticas

La **Tabla 2** presenta las problemáticas con posibilidad de espacialización (1) y las que no tienen posibilidad de serlo (0). De los 69 grupos de problemáticas identificadas, 18 problemáticas fueron objeto de espacialización; las otras 51 se catalogan como transversales, ya que por su carácter general se pueden dar en cualquier municipio, o porque no hay disponibilidad de información para su espacialización.

Tabla 2. Selección de problemáticas con posibilidad de espacialización.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Dimensión	Categoría	Problemática	¿Espacializable ?
Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	Degradación por actividades productivas y extractivas	Deforestación en áreas del SINAP	1
		Deforestación por fragmentación predial	0
		Degradación de ecosistemas por expansión de la frontera agrícola	1
		Degradación de ecosistemas por extracción minera	1
	Degradación por prácticas socioculturales	Degradación de ecosistemas por ganadería	1
		Degradación de ecosistemas por especies invasoras	0
		Incendios forestales	0
		Turismo masivo	0
Recursos Hídricos	Calidad de agua inadecuada	El agua disponible para consumo humano no es potable.	0
	Contaminación hídrica	Afectación por lixiviados y químicos derivados de actividades productivas y extractivas	1
		Depósito de residuos sólidos o desechos orgánicos en corrientes de agua.	0
		Vertimientos de aguas servidas por carencia o déficit de infraestructura de manejo adecuado.	0



Dimensión	Categoría	Problemática	¿Espacializable ?	
	Déficit hídrico para abastecimiento humano	Insuficiencia en la cantidad de agua por usos inadecuados del suelo en las partes altas de las cuencas	0	
		Restricción en el acceso al agua por exceso en la demanda, asociado con parcelaciones y fragmentación predial	1	
	Déficit hídrico para actividades productivas	Disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos	0	
		Sobreexplotación del recurso hídrico por cultivos agroindustriales	1	
	Pérdida de Servicios Ecosistémicos relacionados con el agua.	Deforestación y cambio de usos del suelo por expansión de la frontera agropecuaria	1	
		Insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados con la regulación y rendimiento hídrico de las cuencas	0	
		Intervenciones inadecuadas en los márgenes de fuentes hídricas	1	
		Pérdida de la vegetación natural protectora de las rondas hídricas y nacimientos	0	
	Agricultura	Débil apoyo al campo	Asistencia técnica deficiente	0
		Disminución de la producción agrícola y pecuaria	Cambio de vocación económica de los campesinos	0
Deterioro de la salud animal por contaminación con agroquímicos			0	
Disminución de producción por factores ambientales			0	
Falta de tecnificación agropecuaria y problemas fitosanitarios		Ausencia de tecnología en la producción agropecuaria	0	
		Incremento de enfermedades en producción agropecuaria por factores ambientales	0	
Inadecuadas prácticas agrícolas		Daños ambientales causados por prácticas agrícolas	0	
		Pérdida de las prácticas tradicionales agrícolas	0	
		Prácticas inadecuadas en la actividad agraria	0	
		Uso del suelo incompatible con su vocación	0	
Infraestructura - hábitat - Construcción	Gestión de servicios básicos	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la distribución y abastecimiento de agua.	1	
		Infraestructura de servicios básicos afectada por fenómenos hidrometeorológicos	0	



Dimensión	Categoría	Problemática	¿Espacializable ?
		Ausencia o insuficiencia de espacio público	0
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para acopio y tratamiento de residuos sólidos.	0
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para disposición de aguas residuales.	1
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el acceso a redes de telecomunicación.	0
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el almacenamiento de agua.	1
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el tratamiento de agua para el consumo humano.	1
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales.	1
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD)	0
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la captura de agua. (bocatomas y pozos)	0
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la distribución y abastecimiento de agua.	1
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la generación y distribución de energía eléctrica.	0
	Infraestructura frente a fenómenos hidrometeorológicos. (movimientos de remoción en masa; inundaciones y desbordamientos; avenidas torrenciales, vendavales y erosión).	Falta de infraestructura de transporte	1
		Ausencia de edificaciones críticas para la gestión del riesgo	0
		Ausencia de redes de alerta temprana	0
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para acopio y tratamiento de residuos sólidos.	0
		Daño a infraestructura de transporte	0
		Daños en asentamientos humanos	0
		Infraestructuras que generan procesos de mal adaptación ambiental.	0
	Transformación Urbana y Territorial	Aplicación de técnicas constructivas inadecuadas	0
		Déficit cualitativo y -o- cuantitativo de vivienda	0



Dimensión	Categoría	Problemática	¿Espacializable ?
		Materiales constructivos inadecuados	0
Gobernanza	Ausencia de asociatividad	Falta de Conocimiento para constituir, formalizar jurídicamente la asociación comunitaria o democrática, así como para formular, planear y gestionar estratégicamente a proyectos, así mismo se tienen dificultades o falencias al momento de acceder a espacios físicos, recursos económicos (entidades públicos o privados) y la tecnificación necesaria para la operación y ejecución de proyectos.	0
	Planificación y control urbanístico	Deficiencias en la implementación de estrategias locales de gestión del riesgo	0
Medios de Vida	Ingresos	Afectación económica con el modelo de Turismo	1
		Baja asociatividad económica	0
	Productividad	Deficiente planificación productiva	0
		Poca diversificación y división del trabajo	0
		Limitación ingreso al mercado	1
		Mal uso de productos químicos	0
		Impacto de infraestructura vial disminuye la producción	0
		Falta de acceso al agua	0
		Deficiente funcionamiento del centro de acopio	0
		Deficiente infraestructura productiva	0
	Educación	Débil formación técnica	0
	Ausencia asociatividad/ pérdida prácticas culturales	Retorno a la ruralidad	0
Pérdida de conocimientos/prácticas tradicionales		0	
	Débil apoyo a proyectos cívicos/culturales	0	
Total			18

1.2.5.1. Mapas de problemáticas espacializadas a nivel departamental

A continuación, se presentan las problemáticas espacializadas. De las 18 posibles, se espacializaron 17, ya que las problemáticas de “Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte” y “Falta de infraestructura vial para el transporte de la producción” se combinaron en un solo mapa. De este modo, se pudo tener una visión general de la distribución departamental de varias problemáticas detectadas en el trabajo de campo.



Daño en áreas protegidas

El daño en áreas protegidas se entendió como una pérdida de la cobertura forestal original derivada de actividades humanas. Por ello, se analizaron todas las áreas protegidas del RUNAP (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas) ubicadas en Antioquia. Para cada una de estas áreas, se analizó la pérdida de cobertura forestal entre los años 2018 y 2020, con el fin de determinar las zonas en las que se estaba perdiendo el bosque. Debido a que muchas áreas protegidas son intermunicipales, estas se dividieron para analizar la pérdida de bosque por municipio, con el fin de determinar si el daño en las áreas protegidas se concentra en ciertos municipios de Antioquia (**Figura 10**).

De los municipios con mayores valores de deforestación (San Carlos, San Rafael, Puerto Berrío, Ituango, Nechí, Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Santa Rosa de Osos), se excluyeron Carolina, Gómez Plata y Santa Rosa de Osos al ser áreas protegidas –Reservas Naturales de la Sociedad Civil, específicamente – creadas entre 2019-2023, en las que el fenómeno de deforestación, partiendo de los datos empleados para la Ganancia – Pérdida de coberturas 2018 -2020, fue anterior a su declaratoria como áreas de conservación, de ahí que sean las de mayor valor dentro del grupo de municipios; en este sentido, la creación de dichas áreas sobre zonas afectadas puede generar una reconversión en las coberturas en el tiempo, promoviendo la recuperación de los ecosistemas naturales.

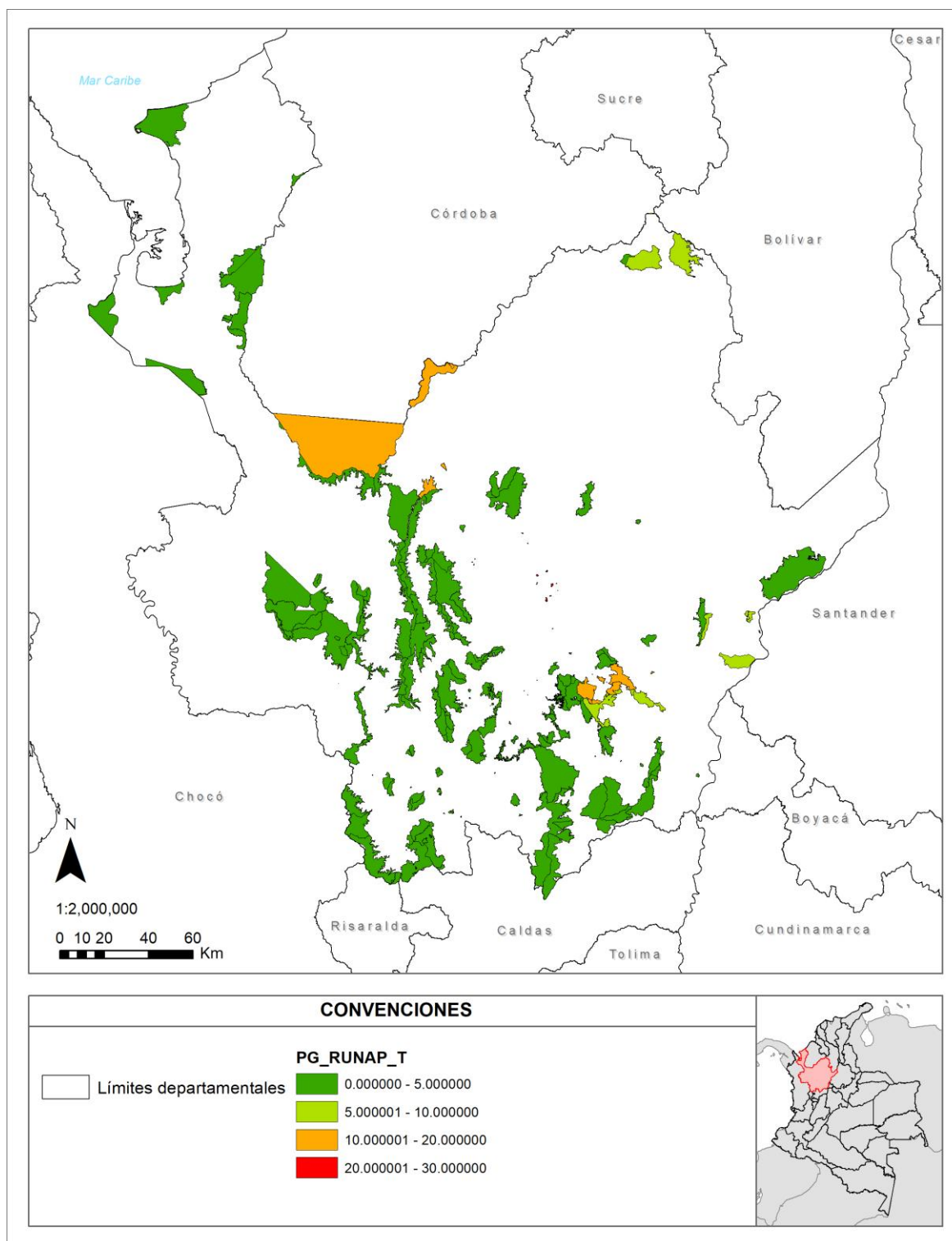


Figura 10. Mapa de áreas protegidas del departamento de Antioquia, clasificadas por el daño presentado en sus ecosistemas. Fuente: Elaboración propia (2025).



Daño a los ecosistemas por cultivos

El daño a los ecosistemas por cultivos en el departamento se calculó a partir de un índice de criticidad. Este consiste en una suma ponderada que considera la presión sobre los ecosistemas presentes que son susceptibles a pérdida (el cambio de cobertura que pasó de ecosistemas a usos de cultivos entre 2018 – 2020, dividido entre el área total de ecosistemas a 2020) y la intensidad de la actividad agrícola en el municipio (área de cultivos en 2020 dividido entre el área total del municipio). Los valores de α y β corresponden a factores de ponderación en el que se dará más importancia a alguno de los dos componentes considerados.

$$I_{crit} = \alpha * \left(\frac{\text{Área de cobertura natural en 2018} - \text{Área de cultivo en 2020}}{\text{Área de cobertura natural en 2020}} \right) + \beta * \left(\frac{\text{Área cultivo en 2020}}{\text{Área municipal}} \right)$$

Como primer insumo se realizó la identificación de las áreas con coberturas naturales (ecosistemas) y áreas de cultivos, ambas a 2020, y las áreas que presentaron cambios entre el periodo considerado. Esto se hizo a partir lo dispuesto en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Criterios de selección empleados de ecosistemas a cultivos. Fuente: Elaboración propia (2025).

Selección Inicial 2018: ecosistemas	Selección 2020 dentro de la selección de 2018: ecosistemas a cultivos
3.1.1. Bosque denso	2.1.1. Otros cultivos transitorios
3.1.2. Bosque abierto	2.1.2. Cereales
3.1.3. Bosque fragmentado	2.1.5. Tubérculos
3.1.4. Bosque de galería y ripario	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
3.2.1. Herbazal	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
3.2.2. Arbustal	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	2.2.4. Cultivos agroforestales
4.1.1. Zonas pantanosas	2.2.5. Cultivos confinados
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	2.4.1. Mosaico de cultivos
5.1.1. Ríos	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
5.2.1. Lagunas costeras	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
	3.1.5. Plantación forestal



Una vez obtenido esto, se realizó el cálculo asociado, dando valores de $\alpha = 0,6$ y $\beta = 0,4$. Los resultados se presentan en la Figura 11, con representación en 5 cuantiles, es decir, con un valor de 20 puntos porcentuales cada uno.

En la **Figura 11**, se observa que existe una mayor criticidad de la problemática en tres zonas específicas: Urabá, el suroeste, y una franja comprendida por municipios de Oriente y Norte. Los valores medios – naranja y amarillo –, se distribuyen en colindancia con los valores más críticos en varios casos. Los municipios de menor criticidad corresponden a las periferias del departamento, lugares en donde, tradicionalmente, los usos del suelo se enfocan principalmente en ganadería y no en cultivos.

Tomando esto como base, se realizó la selección de los municipios que se encuentran dentro del 60% más crítico. Así, la **Figura 12** presenta los municipios a considerar en el ejercicio dicotómico.

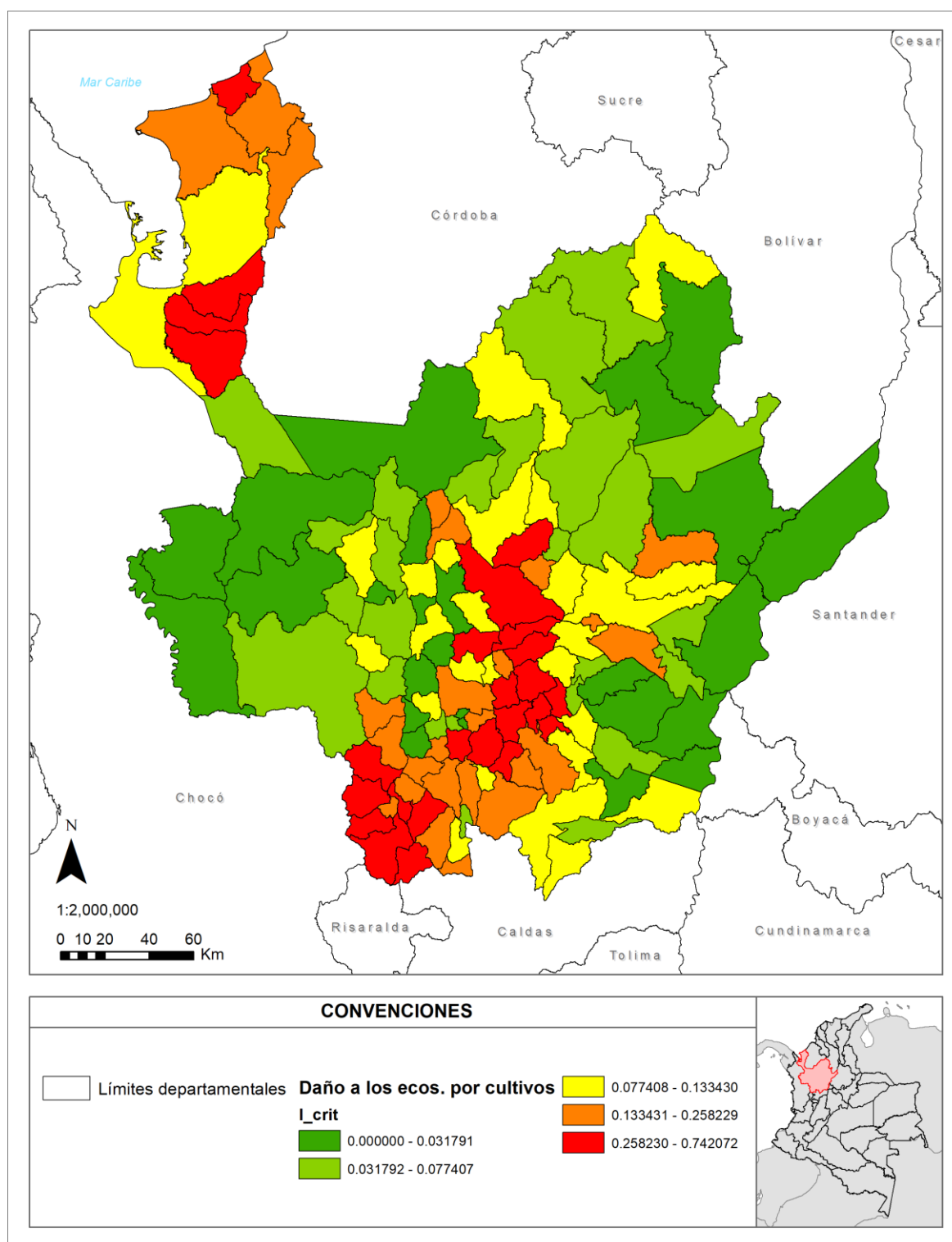


Figura 11. Índice de criticidad para el daño de ecosistemas por cultivos en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).

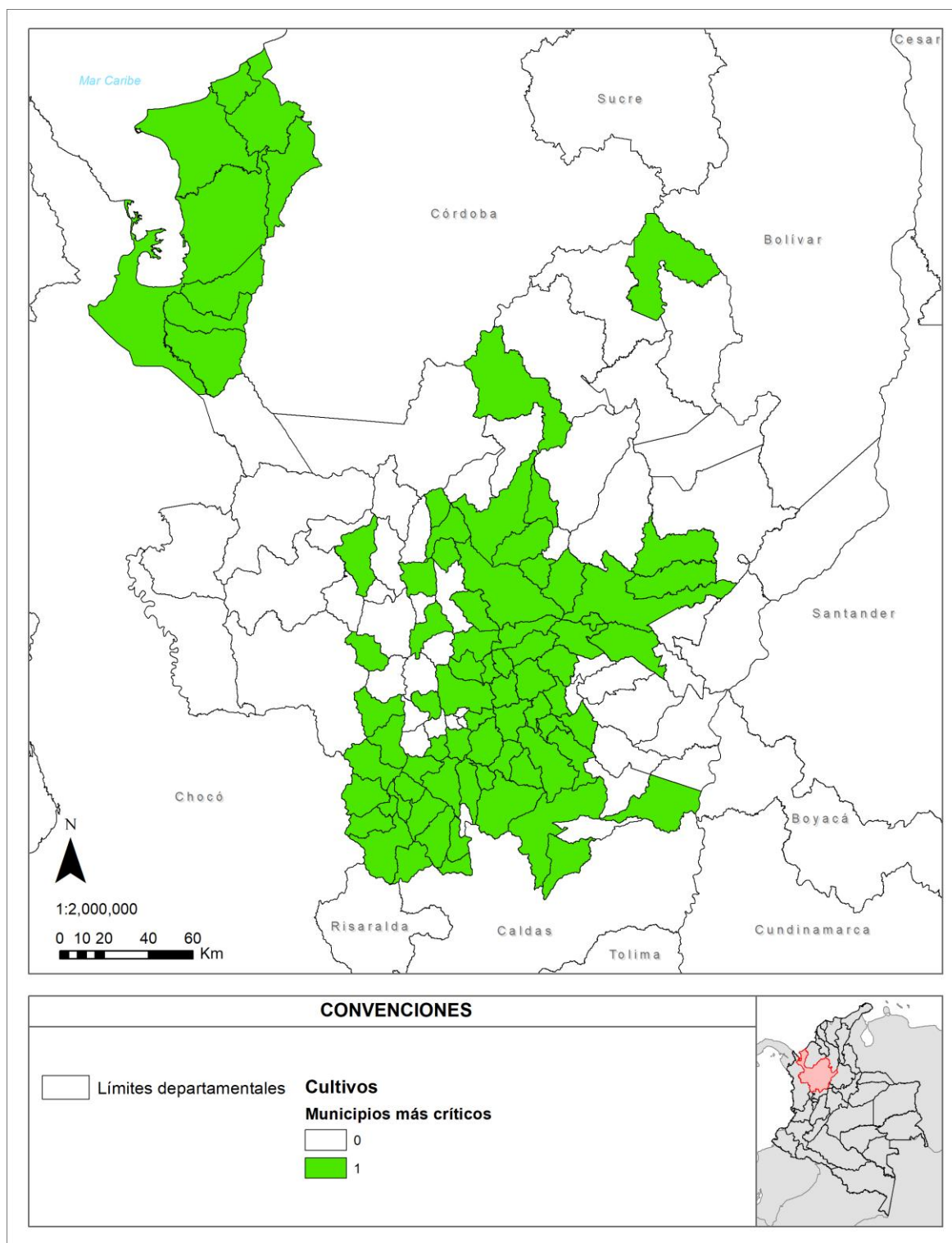


Figura 12. Municipios más críticos (en verde) asociados al índice de criticidad por daño de ecosistemas por cultivos en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).



Daño a los ecosistemas por ganadería

El daño a los ecosistemas por cultivos en el departamento se calculó a partir de un índice de criticidad. Este consiste en una suma ponderada que considera la presión sobre los ecosistemas presentes que son susceptibles a pérdida (el cambio de cobertura que pasó de ecosistemas a usos ganaderos entre 2018 – 2020, dividido entre el área total de ecosistemas a 2020) y la intensidad de la actividad ganadera en el municipio (área de ganado en 2020 dividido entre el área total del municipio). Los valores de α y β corresponden a factores de ponderación en el que se dará más importancia a alguno de los dos componentes considerados.

$$I_{crit} = \alpha * \left(\frac{\text{Área de cobertura natural en 2018} - \text{Área de ganado en 2020}}{\text{Área de cobertura natural en 2020}} \right) + \beta * \left(\frac{\text{Área ganado en 2020}}{\text{Área municipal}} \right)$$

Como primer insumo se realizó la identificación de las áreas con coberturas naturales (ecosistemas) y áreas de ganado, ambas a 2020, y las áreas que presentaron cambios entre el periodo considerado. Esto se hizo a partir de lo dispuesto en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Criterios de selección empleados para analizar el daño a los ecosistemas por actividades ganaderas. Fuente: Elaboración propia (2025).

Selección inicial 2018: ecosistemas	Selección 2020 dentro de la selección de 2018: paso de ecosistemas a ganado
3.1.1. Bosque denso	2.3.1. Pastos limpios
3.1.2. Bosque abierto	2.3.2. Pastos arbolados
3.1.3. Bosque fragmentado	2.3.3. Pastos enmalezados
3.1.4. Bosque de galería y ripario	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
3.2.1. Herbazal	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
3.2.2. Arbustal	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	
4.1.1. Zonas pantanosas	
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	
5.1.1. Ríos	
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	
5.2.1. Lagunas costeras	



Una vez obtenido esto, se realizó el cálculo asociado, dando valores de $\alpha = 0,6$ y $\beta = 0,4$. Los resultados se presentan en la **Figura 13**, con representación en 5 cuantiles, es decir, con un valor de 20 puntos porcentuales cada uno.

Se observa una distribución más heterogénea de los resultados en comparación con la problemática asociada a cultivos. Se identifican tres zonas críticas principales: Urabá, Norte y Magdalena Medio; en el centro de departamento es donde se ubican la mayor cantidad de municipio con valores medios – amarillos y naranjas -. Los municipios con menores valores corresponden a lugares en donde predominan otros usos y actividades principales, como puede ser la minería en el Bajo Cauca.

Tomando esto como base, se realizó la selección de los municipios que se encuentran dentro del 60% más crítico. Así, la **Figura 14** presenta los municipios a considerar en el ejercicio dicotómico.

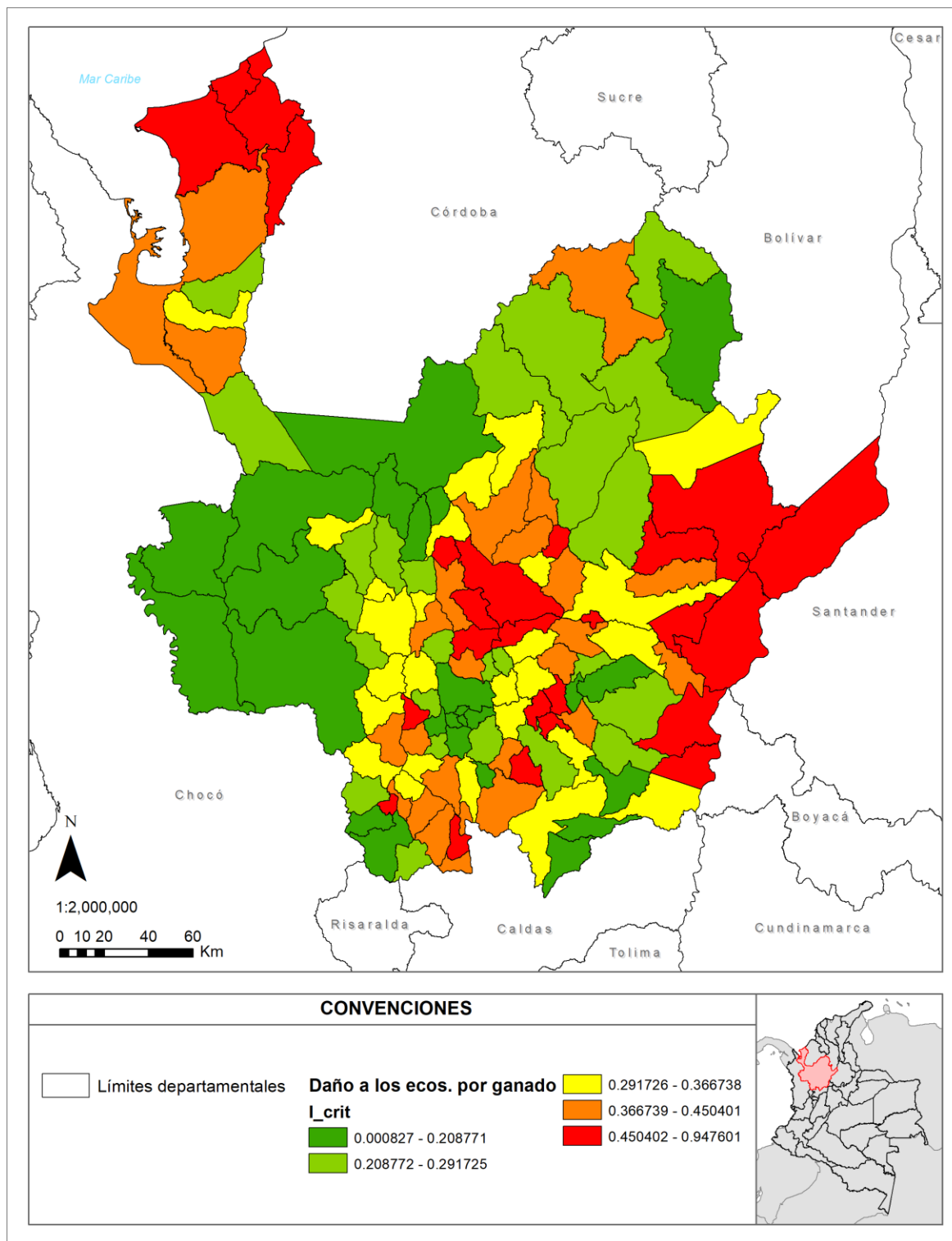


Figura 13. Índice de criticidad por daño de ecosistemas por ganadería. Fuente: Elaboración propia (2025).

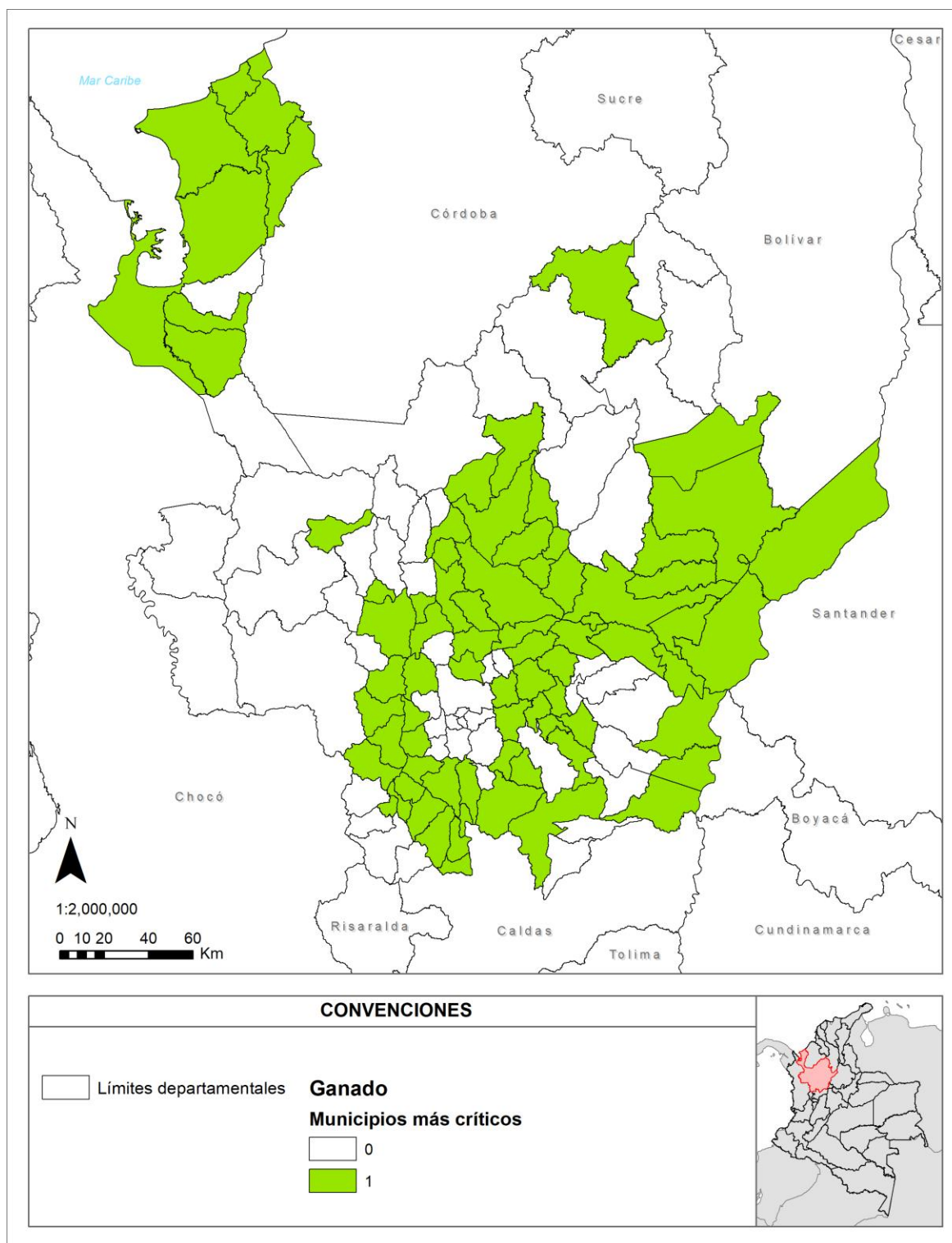


Figura 14. Municipios más críticos asociados al índice de criticidad por daño de ecosistemas por ganadería.
Fuente: Elaboración propia (2025).



Daño a los ecosistemas por actividades mineras

El daño a los ecosistemas por actividades mineras se calculó a partir de seleccionar las áreas de coberturas asociadas a minería a 2020 (respecto al área municipal). Los criterios de selección de áreas con actividades mineras fueron los siguientes:

- 1.3.1. Zonas de extracción minera
- 1.3.1.1. Otras explotaciones mineras
- 1.3.1.4. Explotación de oro
- 1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción

Así, se halla la proporción entre estas áreas. Si bien se podía relacionar esta selección de áreas a las asociadas a coberturas naturales de ecosistemas, se decidió plantear el ejercicio bajo la consideración de que cualquier área con actividad minera implica un daño a los ecosistemas, independientemente del grado de conservación. La **Figura 15** presenta las mayores proporciones de municipios con áreas asociadas a actividades mineras, representadas en 4 cuantiles, es decir cada uno con 25 puntos porcentuales.

Se observa una gran incidencia de la actividad minera en la subregión del Bajo Cauca. Algunos municipios como los asociados al Valle de Aburrá, o cercanías, resaltan en comparación con sus circundantes.

Una vez definido esto, se procedió con la selección de aquellos municipios que se encuentran dentro del 75% con mayor proporción de áreas asociadas a actividades mineras. La **Figura 16**, presenta los municipios más críticos en proporción de áreas mineras en el departamento.

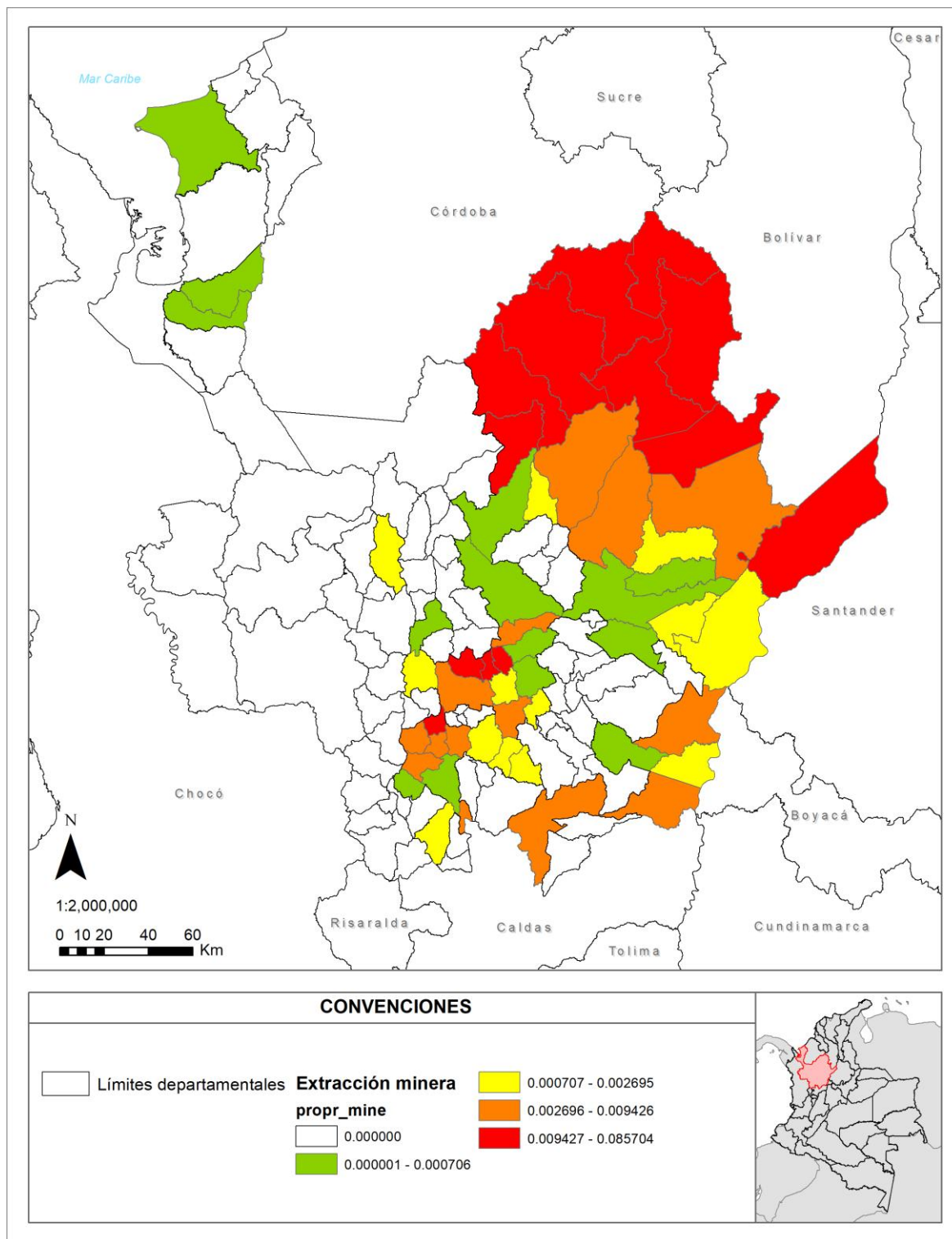


Figura 15. Mayores proporciones municipales con áreas de actividad minera. Fuente: Elaboración propia (2025).

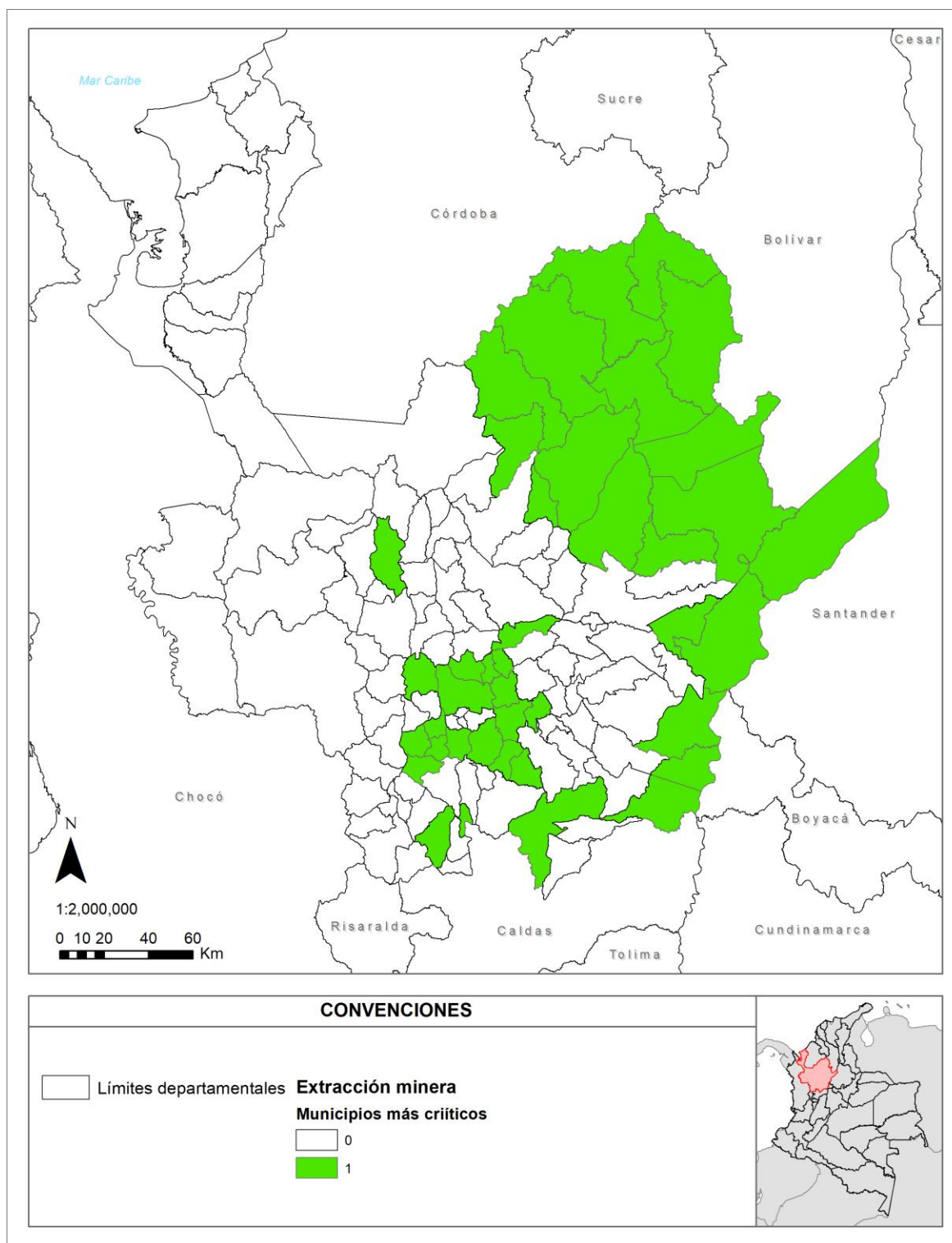


Figura 16. Municipios más críticos con proporción de áreas asociadas a actividades mineras en el departamento. Fuente: Elaboración propia (2025).



Daño a ecosistemas por turismo ambiental

Para la espacialización del daño de ecosistemas por turismo ambiental se procedió con la indagación de cuáles son los destinos turísticos más recurrentes desde diferentes agencias de viajes en el departamento. Para ello, se empleó el buscador de Google, identificando 20 agencias que permitieron dar cuenta de los destinos con turismo ambiental más llamativos al año 2025, entendiendo que estas tendencias pueden variar en el tiempo ya sea por la disponibilidad de infraestructura para hacer más accesibles los atractivos.

La **Figura 17** presenta los resultados obtenidos. Cocorná fue el municipio más recurrente dentro de las agencias consideradas, seguido por Medellín y San Francisco. Los municipios con menor aparición van desde Angelópolis a Titiribí. Estos estos destinos se caracterizan por la figura de los recorridos ecológicos, algunos asociados a fuentes hídricas como el atractivo turístico central, ya sea el un río, quebrada o cascada.

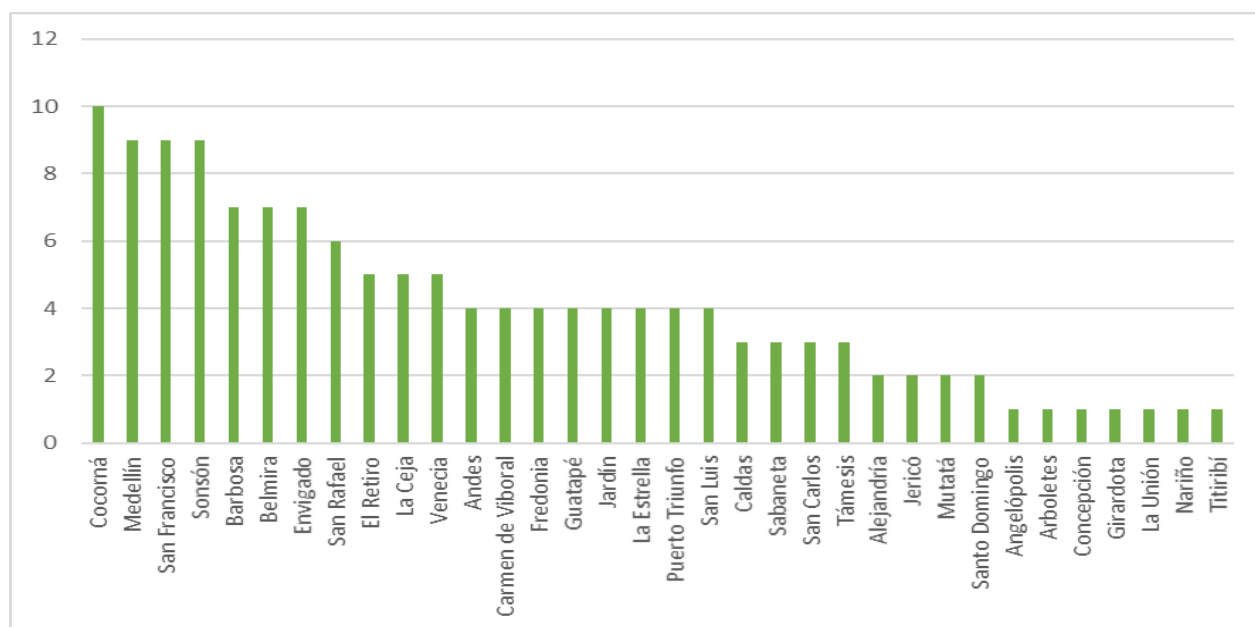


Figura 17. Recurrencia de los municipios con atractivo turístico ambiental desde las agencias de viajes consideradas. Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación, la **Figura 18** presenta a nivel departamental dónde se ubican los municipios de mayor recurrencia de aparición. Se observa una preponderancia en la subregión de Oriente y Suroeste en comparación con las demás zonas del departamento. Municipios como Mutatá y Arboletes, a pesar del menor número de apariciones, podría posicionarse a futuro como destinos más atractivos dadas las adecuaciones en infraestructura vial.

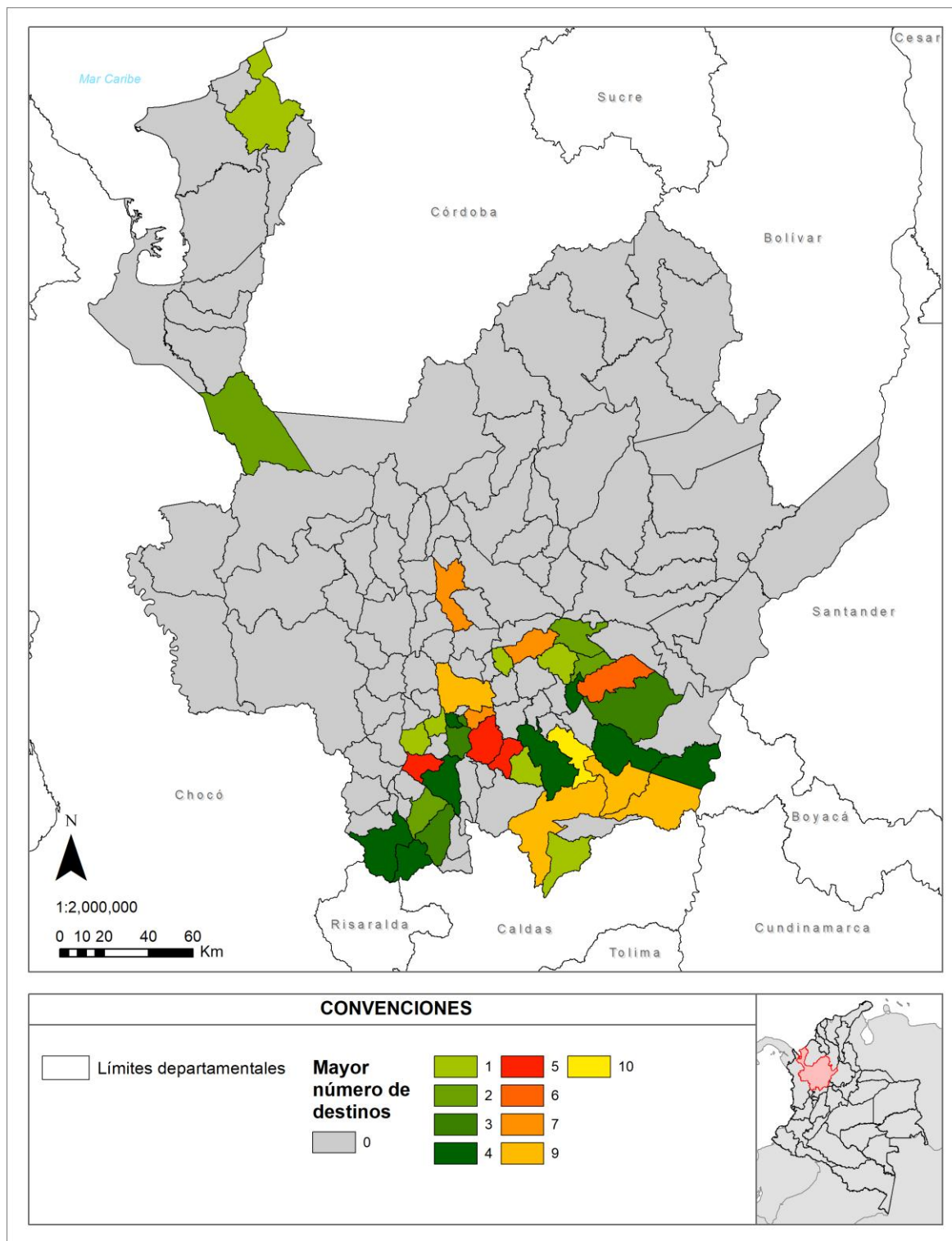


Figura 18. Municipios de mayor recurrencia en las agencias de viaje como destino de turismo ambiental.
Fuente: Elaboración propia (2025).



Agua contaminada por sustancias químicas

Para determinar los municipios del departamento de Antioquia con presencia de agua contaminada por sustancias químicas, se emplearon coberturas de la tierra a escala 1:100.000, según la metodología Corine Land Cover, lo que permitió diferenciar de forma precisa los usos y coberturas predominantes.

Con base en la red hídrica departamental, se generó un buffer de 30 metros alrededor de cada cauce, siguiendo las directrices normativas para la delimitación de rondas hídricas y zonas de protección. En este espacio de análisis se evaluaron coberturas y actividades que representan presiones directas sobre el recurso hídrico. Cada problemática se delimitó según criterios técnicos y umbrales establecidos para garantizar una clasificación objetiva y reproducible.

El análisis descrito en los dos párrafos anteriores se orientó a la localización y caracterización de cinco problemáticas asociadas a la disponibilidad, calidad y conservación de las fuentes hídricas en el departamento de Antioquia: *Agua contaminada por sustancias químicas, Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones, Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales, Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias y Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados.*

La contaminación por sustancias químicas en fuentes hídricas, especialmente en zonas rurales, se asocia a la presencia de actividades extractivas que generan residuos y lixiviados potencialmente peligrosos. En el análisis espacial, se identificaron las áreas con cobertura minera dentro del buffer de 30 metros de los cauces. La presencia de dichas áreas fue considerada un indicador de riesgo de contaminación química, debido a que los procesos de extracción y beneficio de minerales suelen implicar el uso de insumos y sustancias que pueden llegar a los cuerpos de agua por escorrentía o infiltración. Los resultados de espacialización de esta problemática pueden consultarse en la **Figura 19**.

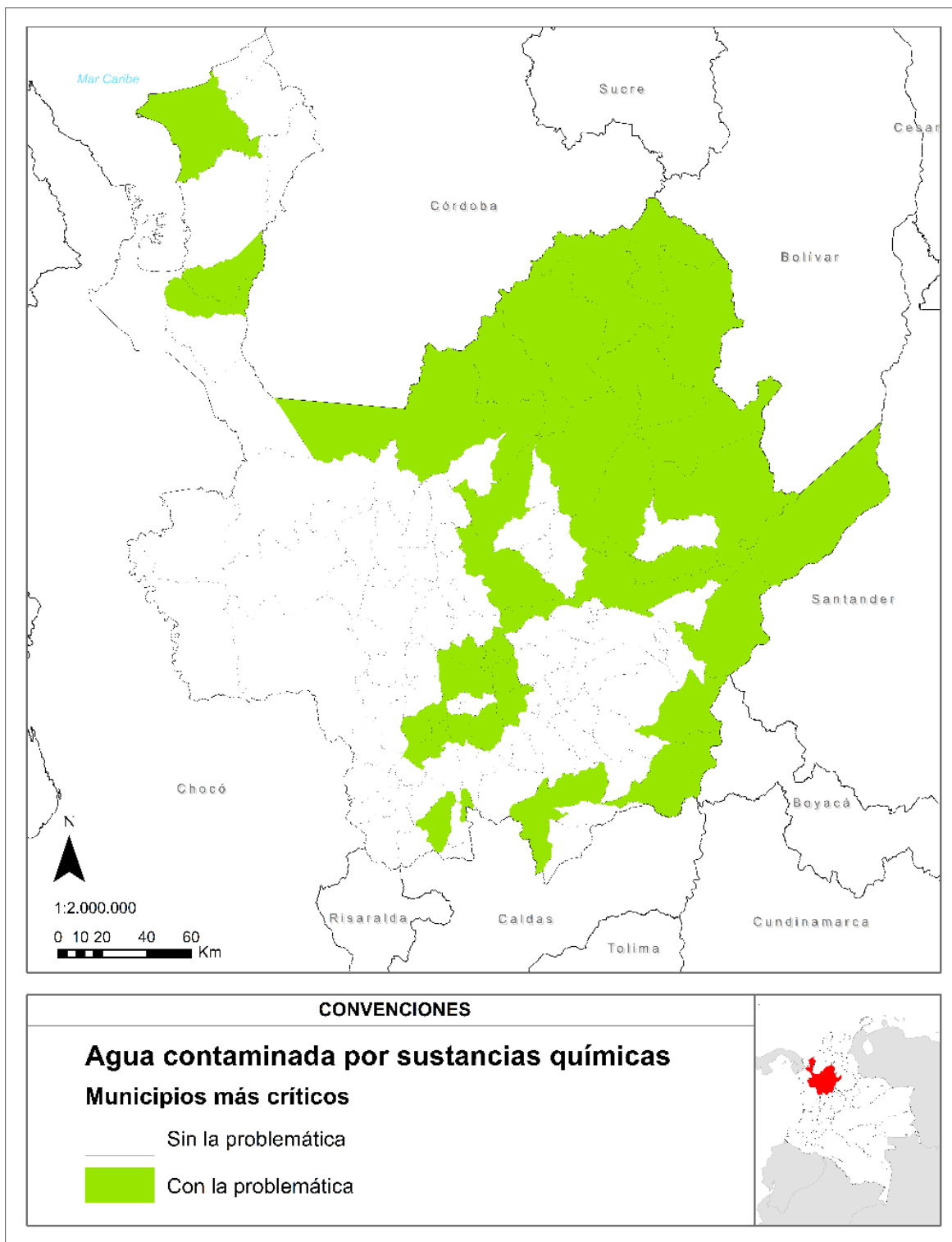


Figura 19. Municipios con presencia de agua contaminada por sustancias químicas en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).



Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones

La expansión de parcelaciones rurales ejerce una presión creciente sobre las fuentes hídricas, particularmente cuando se localizan en proximidad a cauces. Para medir esta presión, se utilizó la clasificación de tamaño de predios del IGAC (2023), que diferencia cinco categorías según extensión. Se asumió que los predios tipo “A” (microfundios, 0–3 ha) y tipo “B” (minifundios, 3–10 ha) son indicadores de un proceso de subdivisión y fragmentación del suelo rural, que en la lógica territorial antioqueña se asocia con el incremento de parcelaciones para usos residenciales o recreativos. Se consideró que un municipio presenta esta problemática cuando la superficie ocupada por predios tipo “A” y “B” supera el 25 % del área total de cauces y su zona de retiro de 30 m. Los resultados de espacialización de esta problemática pueden consultarse en la **Figura 20**.

Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales

La agricultura de gran escala demanda altos volúmenes de agua, especialmente en sistemas de riego intensivo. Utilizando las coberturas de la tierra del año 2020, se identificaron cultivos agroindustriales como café, caña, cítricos, palma de aceite, banano, yuca, entre otros. Cuando estas coberturas agrícolas dentro del buffer de 30 metros representaron más del 25 % del área total de cauces y rondas de un municipio, se asumió que existía sobreexplotación del recurso hídrico, ya que la cercanía de los cultivos facilita la extracción directa y constante del agua superficial. Los resultados de espacialización de esta problemática pueden consultarse en la **Figura 21**.

Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias

La pérdida de cobertura boscosa en rondas hídricas reduce la capacidad de regulación hídrica, incrementa la erosión y favorece el arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua. En este caso, se asumió que la cobertura de “pastos limpios” equivale a ganadería extensiva, una actividad que históricamente ha sido la principal causa de deforestación en áreas de protección hídrica. Se clasificó un municipio con esta problemática cuando dicha cobertura superó el 25 % del área de cauces y rondas de 30 m. Los resultados de espacialización de esta problemática pueden consultarse en la **Figura 22**.

Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados



El uso inadecuado del suelo en zonas de retiro hídrico incluye la ocupación con construcciones urbanas, industriales o de infraestructura. Estas coberturas, al eliminar la vegetación protectora, generan impermeabilización del suelo, aceleran la escorrentía y reducen la infiltración. En el análisis, se identificaron coberturas asociadas a zonas urbanizadas y áreas industriales (edificadas) dentro del buffer de 30 metros. La presencia de estas coberturas se asumió como una presión directa que compromete la función ecológica de la ronda hídrica y la calidad del agua. Los resultados de espacialización de esta problemática pueden consultarse en la **Figura 23**.

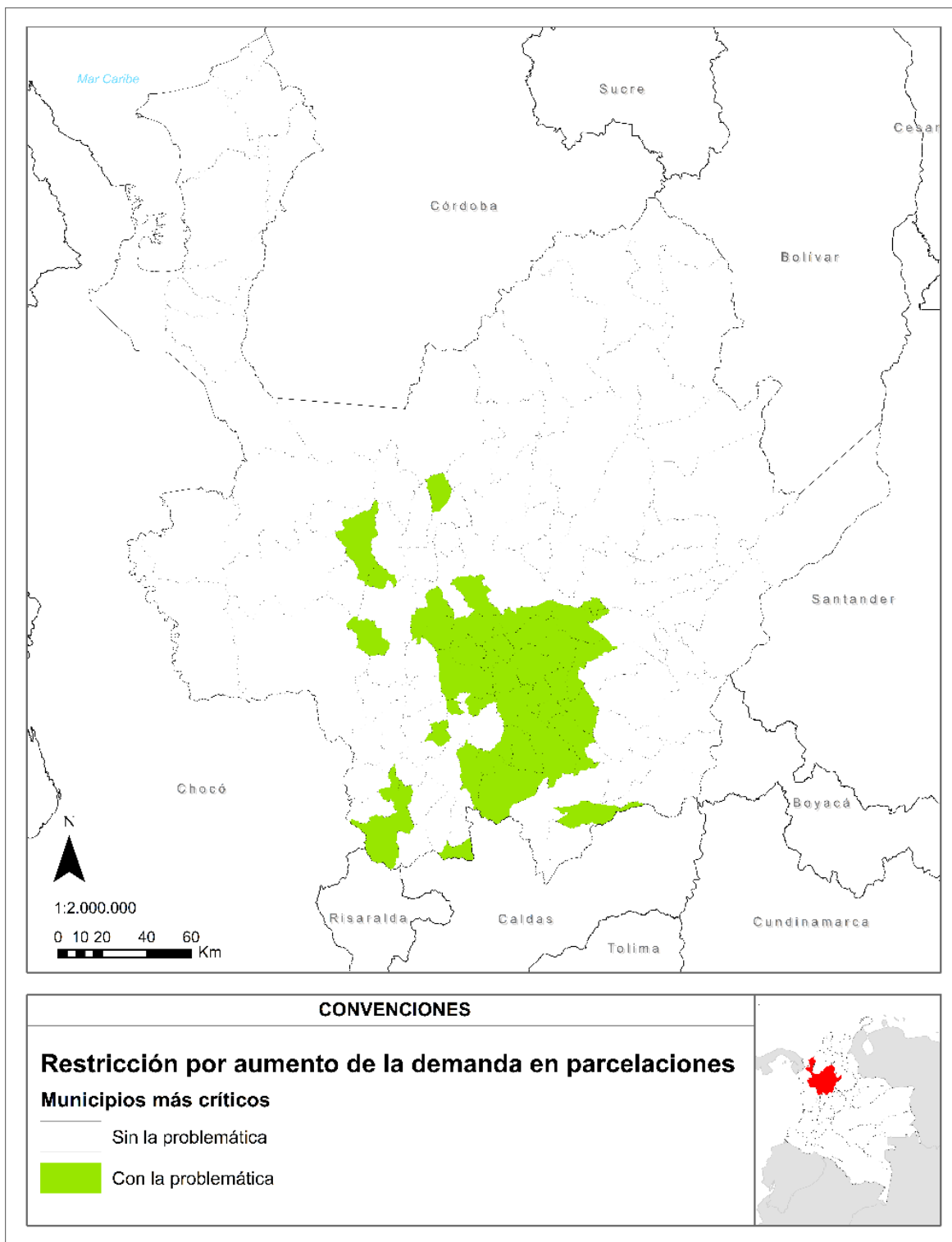


Figura 20. Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones. Fuente: Elaboración propia (2025).

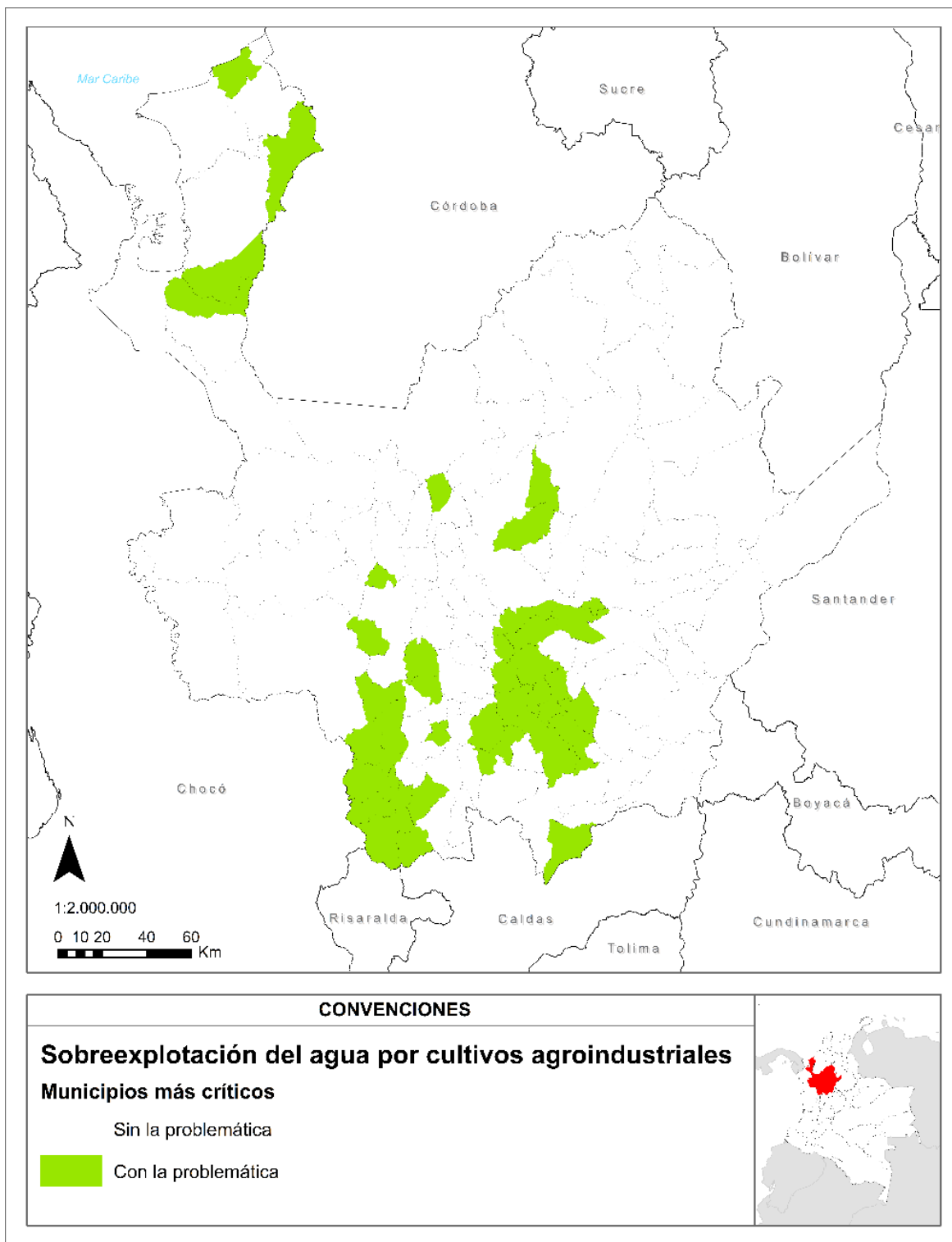


Figura 21. Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).

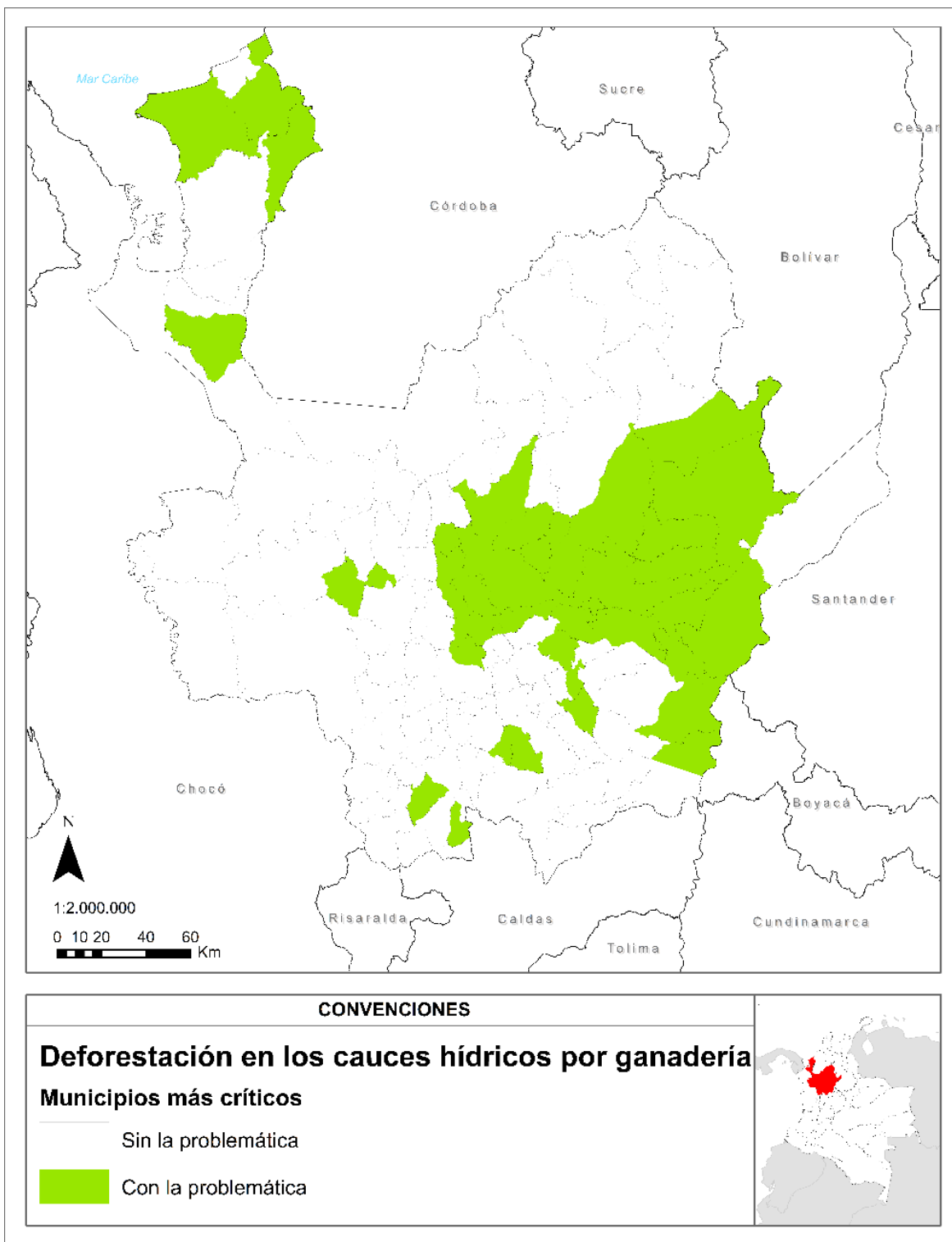


Figura 22. Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias. Fuente: Elaboración propia (2025).

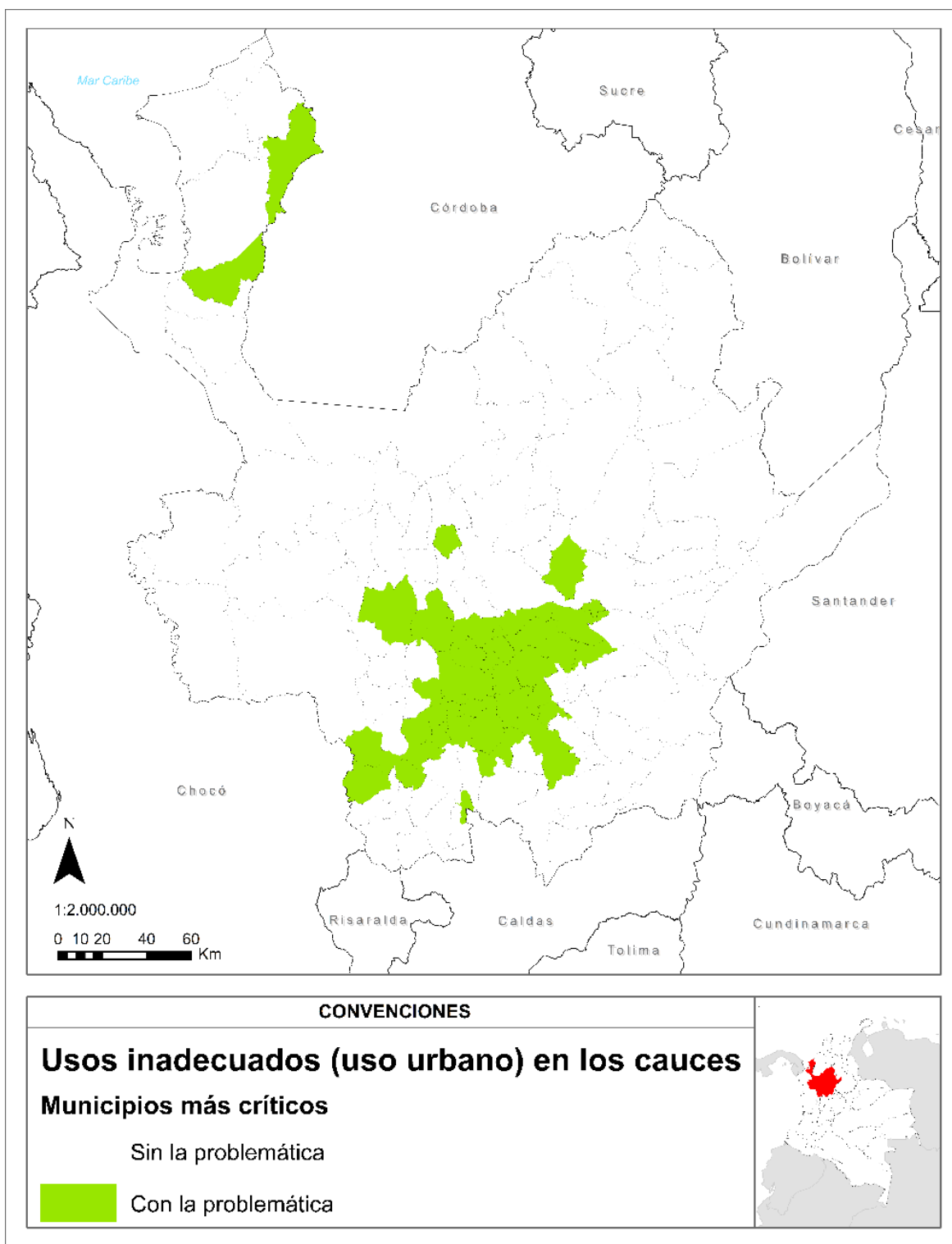


Figura 23. Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados. Fuente: Elaboración propia (2025).



Ausencia o insuficiencia de sistemas para el tratamiento de aguas residuales

La infraestructura de alcantarillado en la zona rural representa la capacidad municipal para gestionar adecuadamente las aguas residuales de la población que habita fuera de los centros urbanos. El presente análisis se basa exclusivamente en los porcentajes de cobertura reportados para las áreas rurales de los 125 municipios de Antioquia. Se estableció como umbral de déficit un valor inferior al 30 % de cobertura; con ello se clasificó los municipios que son prioritarios para la solución de esta problemática. El dato se construye a partir de la base de datos oficial (Gobernación de Antioquia, 2020). La **Tabla 5** muestra que 105 municipios presentan déficit, mientras que únicamente 20 alcanzan al menos el 30 %. Por otra parte, como se observa en la **Figura 24** los municipios con mejor cobertura en áreas rurales se encuentran en zonas cercanas al Valle de Aburrá.

Tabla 5. Municipios de Antioquia sin problema de cobertura de alcantarillado a escala rural. Fuente: Elaboración propia (2025).

Municipio	Cobertura (%)
Bello	31,84
Girardota	32,08
Angelópolis	33,05
Carepa	33,06
Olaya	34,56
Mutatá	36,39
Cáceres	38,46
Envigado	43,82
Caldas	46,88
Heliconia	48,35
Puerto Nare	54,79
Apartadó	61,05
Titiribí	61,14
Venecia	63,04
La Estrella	69,90
Puerto Triunfo	72,55
Amagá	75,17
Medellín	88,78
Itagüí	94,16
Sabaneta	98,20

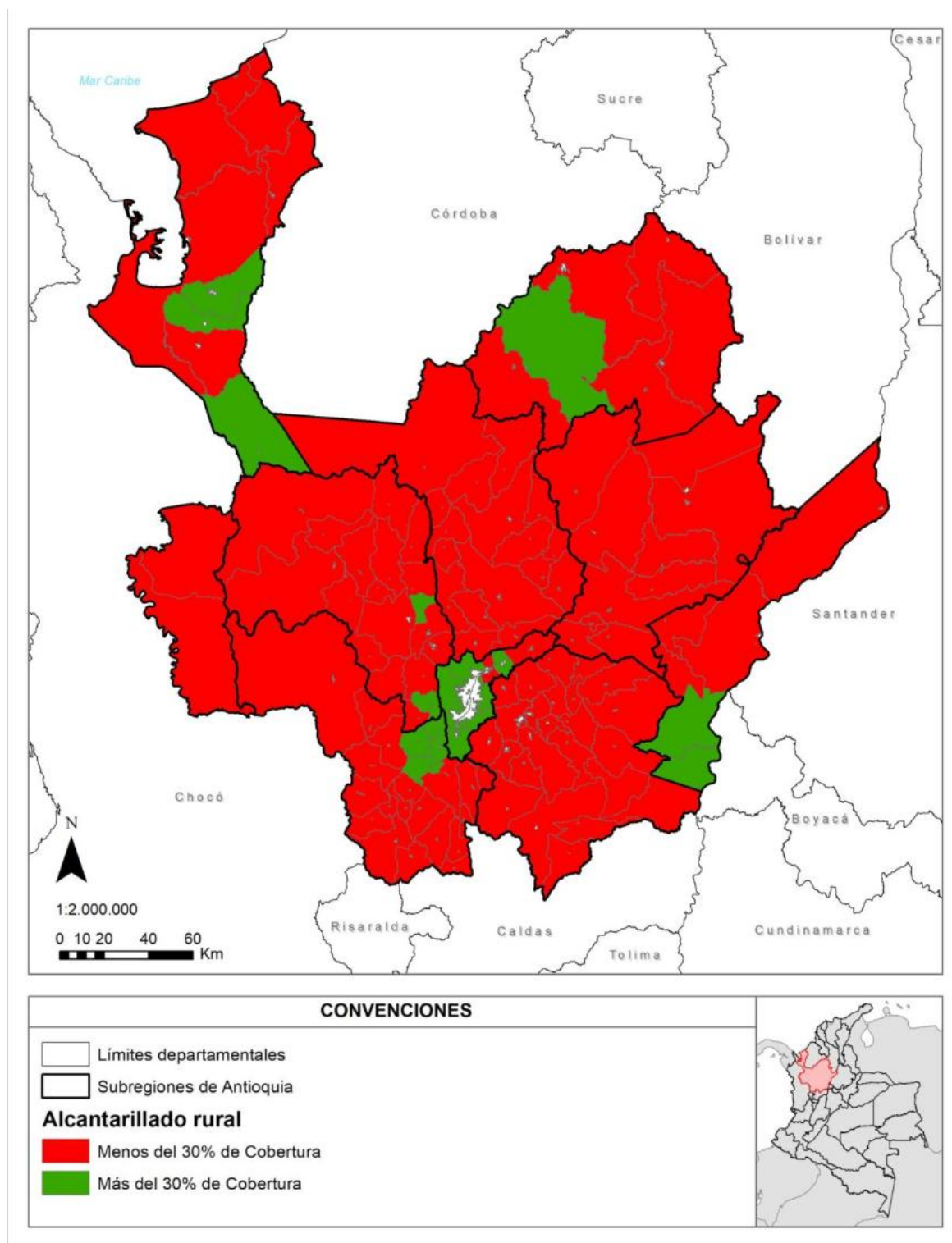


Figura 24. Cobertura de alcantarillado en zonas rurales para el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).



Ausencia o insuficiencia para la distribución de agua

La cobertura rural de acueducto corresponde a la proporción de hogares ubicados en zonas no urbanas de cada municipio que cuentan con acceso regular al suministro de agua cruda. Se utilizaron los porcentajes de cobertura rural publicados por la Gobernación de Antioquia (2020). Se consideró problemática toda cobertura inferior al 50 %. En total, 57 de los 125 municipios presentan coberturas por debajo de ese umbral, lo que equivale al 44,8 % del departamento. La **Tabla 6** lista, en orden ascendente, dichos municipios; a su vez, la **Figura 25** muestra la distribución espacial de la problemática, destacándose que las subregiones del Bajo Cauca, Nordeste, Urabá y Occidente concentran la mayor cantidad de municipios afectados.

Tabla 6. Municipios con cobertura de acueducto inferior al 50% en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).

Municipio	Cobertura (%)
Murindó	0,00
Amalfi	6,84
San Pedro De Urabá	8,18
Vigía Del Fuerte	8,62
Concepción	10,66
San Juan De Urabá	12,33
Nechí	13,30
Chigorodó	14,34
Zaragoza	14,84
San Andrés de Cuerquia	15,52
Anorí	16,28
Dabeiba	16,95
Pueblorrico	18,86
Cáceres	19,93
Nariño	20,72
Necoclí	21,49
Hispania	21,79
San José De La Montaña	22,36
San Rafael	23,67
San Luis	23,79
Betania	24,44
Uramita	25,26
Briceño	28,43
Campamento	29,11
Caucasia	29,68



Yolombó	29,89
Yalí	30,42
Sonsón	33,47
Guadalupe	34,70
Salgar	35,26
Concordia	35,51
Arboletes	35,98
Carolina	36,29
Santo Domingo	36,53
Andes	36,74
Urrao	38,81
Belmira	38,85
Cisneros	39,29
Santa Rosa De Osos	40,69
Alejandro	42,23
Argelia	42,29
Segovia	42,73
Ciudad Bolívar	43,05
Montebello	43,42
Yarumal	43,44
El Bagre	43,65
San Francisco	43,68
Abriaquí	44,77
Remedios	45,29
Cocorná	45,74
Valdivia	46,33
Ituango	46,54
Abejorral	47,10
Frontino	47,47
Bello	47,72
Vegachí	49,14
Gómez Plata	49,89

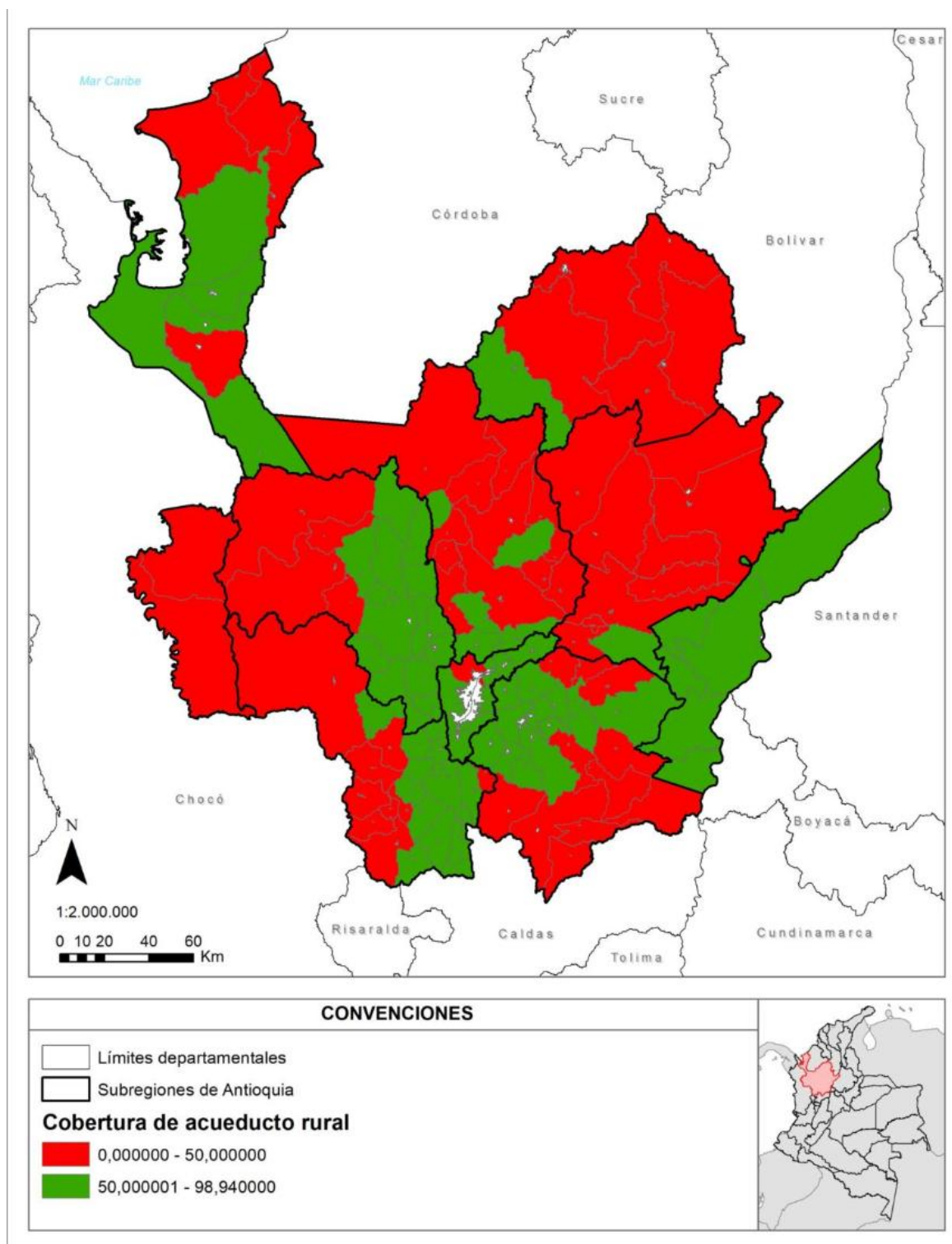


Figura 25. Cobertura de acueducto en zonas rurales para el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).



Ausencia o insuficiencia de plantas para potabilización de agua

El acceso rural a agua potable se refiere a la disponibilidad de agua tratada y apta para el consumo humano en comunidades dispersas del territorio. Los porcentajes de cobertura rural fueron tomados de la Gobernación de Antioquia (2020). Para el análisis, se fijó un umbral del 50 % como criterio para diferenciar los municipios con cobertura insuficiente de aquellos que superan un nivel básico aceptable.

Según la **Tabla 7**, únicamente 16 municipios del departamento sobrepasan este valor. La **Figura 26** evidencia que la mayoría de ellos se localizan en el Valle de Aburrá, área con la mayor concentración poblacional del departamento, y en la subregión oriente, zona que actúa como extensión de las dinámicas urbanas y económicas del área metropolitana del Valle de Aburrá. En estos sectores se agrupan los municipios que alcanzan una cobertura suficiente, lo que refleja tanto la cercanía a los centros de provisión de servicios como el impacto de la expansión urbana en el acceso al recurso.

Tabla 7. Municipios con porcentaje de agua potable superior al 50% en su área rural. Fuente: Elaboración propia (2025).

Municipio	Cobertura (%)
Sabaneta	51,55
Copacabana	53,31
Mutatá	56,02
Rionegro	57,15
San Pedro De Los Milagros	57,74
Támesis	58,67
Guatapé	59,09
Guarne	60,74
Tarso	63,93
Peñol	70,88
Puerto Nare	70,95
Marinilla	72,97
Envigado	77,80
Carmen De Viboral	78,85
San Vicente	79,78
Medellín	94,26

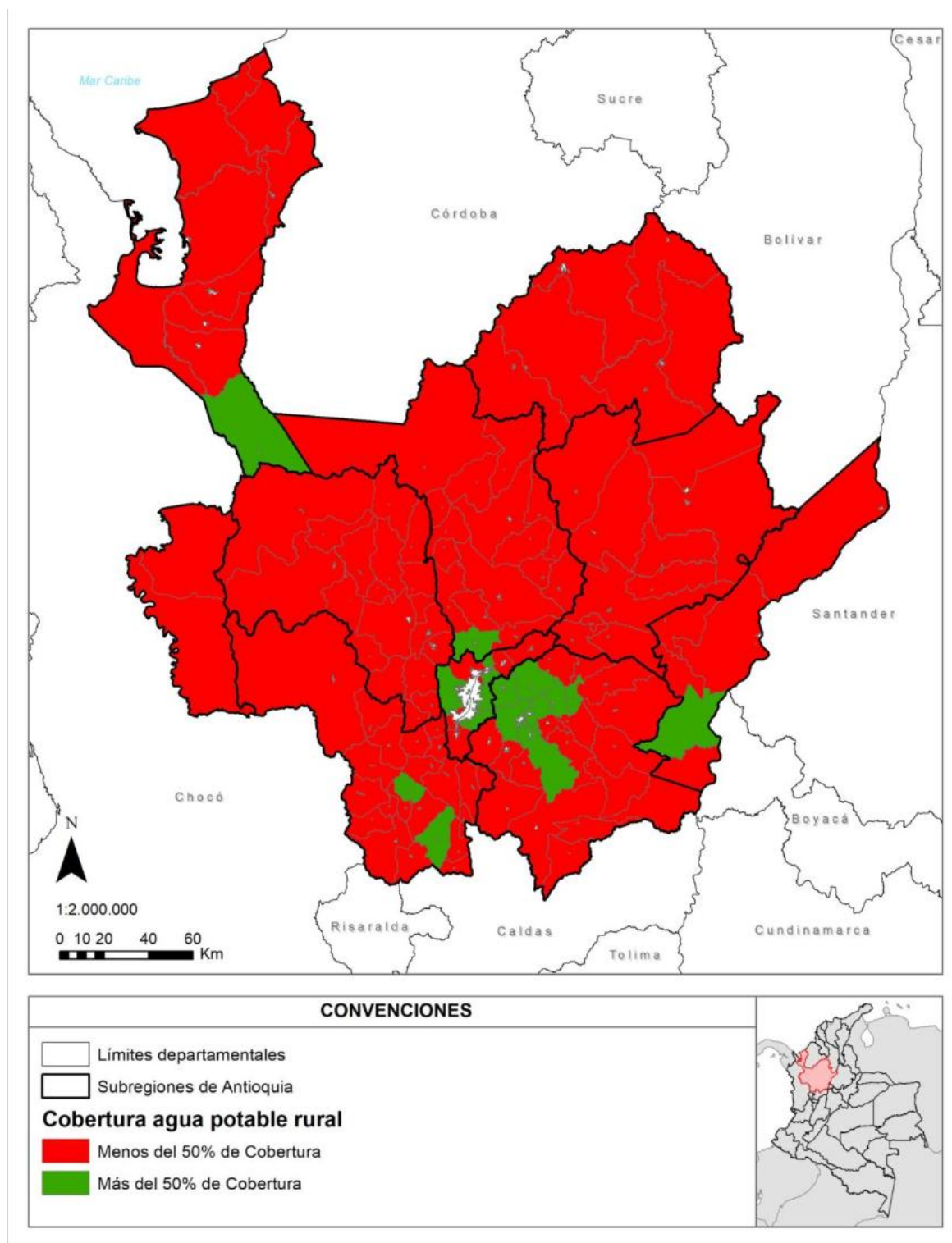


Figura 26. Cobertura de agua potable en zona rural del departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).



Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte

Esta variable indica qué proporción del territorio de cada municipio puede recorrerse en un tiempo máximo de una hora por carretera, partiendo desde la cabecera municipal. Con este indicador es posible estimar la eficiencia de la red vial y comprender cómo influye en el intercambio de bienes, el acceso a servicios y la conexión entre distintas zonas del municipio y del departamento.

Para calcularlo, se elaboraron isocronas de 60 minutos a partir de la red de carreteras del departamento. Luego, estos polígonos se superpusieron con los límites de cada municipio y se determinó el porcentaje de superficie alcanzable dentro de ese tiempo. Los municipios con menos del 50 % de su territorio cubierto por las isocronas se clasificaron como de accesibilidad limitada.

El análisis muestra que 59 de los 125 municipios (47 %) no superan este umbral, lo que revela restricciones importantes para la movilidad rural y la integración económica. La **Tabla 8** presenta la lista completa de estos municipios en orden ascendente de cobertura, mientras que la **Figura 27** ilustra su ubicación y la extensión relativa de las zonas accesibles. Los municipios con mejor calidad en cobertura de sus vías se encuentran en el Valle de Aburrá, la subregión Suroeste, Oriente, Norte y Occidente en cercanía al área metropolitana más importante del departamento. Esto muestra una alta tendencia entre los aglomerados urbanos y la posibilidad de acceso a las diferentes zonas del municipio. En contraste, las zonas rurales de los municipios más alejadas de este centro presentan mayores dificultades en el acceso, lo que se traduce en mayores dificultades para el desarrollo de actividades productivas, sociales, entre otras.

Tabla 8. Municipios con cobertura de accesibilidad vial inferior al 50 %. Fuente: Elaboración propia (2025).

Municipio	Cobertura (%)
Vigía Del Fuerte	0,01
Murindó	0,03
Peque	2,50
Caracolí	4,08
Abriaquí	4,76
San Carlos	6,26
Frontino	6,38
San Francisco	6,50
Yondó	6,91
Dabeiba	7,02
Buriticá	7,03
Nariño	7,68
Anorí	9,52
El Bagre	9,79



Municipio	Cobertura (%)
Ituango	9,86
Argelia	10,67
Briceño	10,71
Vegachí	12,82
Cáceres	13,57
Amalfi	14,62
Tarazá	14,66
Sabanalarga	15,72
Chigorodó	16,14
Nechí	16,18
Caicedo	16,19
Segovia	16,40
Yalí	16,72
Turbo	19,19
Mutatá	19,32
Arboletes	19,62
Campamento	19,70
Urrao	19,84
Uramita	21,60
Cañasgordas	22,55
San Rafael	23,78
Remedios	24,64
Valdivia	25,66
San Luis	26,01
San Pedro De Urabá	26,98
Apartadó	28,03
Necoclí	28,89
Zaragoza	29,34
Caucasia	31,57
Sonsón	32,01
Puerto Nare	34,56
Anzá	35,85
Puerto Berrío	36,62
Yarumal	37,86
San Roque	38,31
Concepción	39,42
Carmen De Viboral	39,75
Andes	42,51



Municipio	Cobertura (%)
Carepa	44,53
Yolombó	45,37
Toledo	45,90
Betania	47,82
Cocorná	49,38
Jardín	49,80
Maceo	49,90

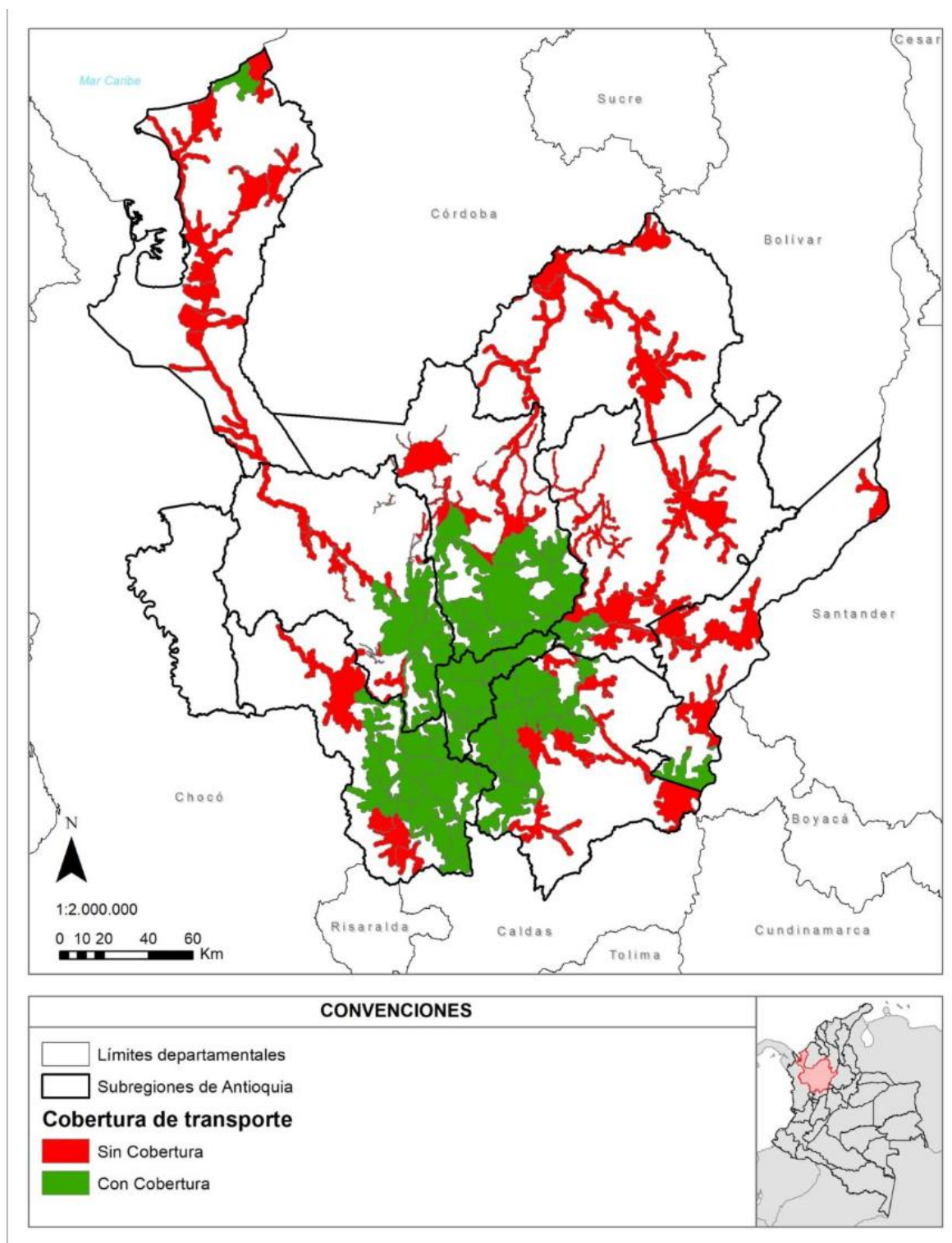


Figura 27. Cobertura vial en el departamento de Antioquia. Fuente: Elaboración propia (2025).



1.2.5.2. Definición de zonas homogéneas

Una vez espacializadas las problemáticas, se procedió con su procesamiento en Excel en aras de explorar la posibilidad creación de zonas homogéneas. Para facilitar el trabajo de visualización se codificaron las problemáticas tal como se presenta en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Codificación de las problemáticas espacializadas. Fuente: Elaboración propia (2025).

Código problemático	Problemática
P1	Deforestación en áreas protegidas
P2	Daño a los ecosistemas por expansión de actividades agrícolas (cultivos)
P3	Daño a los ecosistemas por actividades mineras
P4	Daño a los ecosistemas por expansión de actividades ganaderas
P5	Agua contaminada por sustancias químicas
P6	Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones
P7	Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales
P8	Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias.
P9	Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados
P10	Ausencia o insuficiencia de sistemas para el tratamiento de aguas residuales
P11	Ausencia o insuficiencia para la distribución de agua
P12	Ausencia o insuficiencia de plantas para potabilización de agua
P13	Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte
P14	Falta de infraestructura vial para el transporte de la producción.

A continuación, la **Tabla 10** presenta la distribución de las problemáticas en los municipios a partir de la espacialización dicotómica. Las casillas en las que se presentan alguna de las problemáticas en los municipios corresponde al valor de 1 planteado en el apartado de metodología. Se presenta con la codificación y con la casilla en rojo para mayor facilidad de visualización. La columna conteo da cuenta de las veces que una misma combinación de problemáticas se repite en diversos municipios; el color amarillo resalta aquellos municipios que coincidentes en dicha combinación.

Tabla 10. Problemáticas distribuidas en los municipios. Los nombres correspondientes a cada problemática pueden consultarse en la **Tabla 9**. Fuente: Elaboración propia (2025).

Municipio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Conteo
Sabaneta	0	0	0	0	0	0	0	0	P9	0	0	0	0	0	1
Envigado	0	P2	0	0	0	P6	0	P8	P9	0	0	0	0	0	1
Medellín	0	P2	P3	0	P5	P6	0	P8	P9	0	0	0	0	0	1
Támesis	0	P2	P3	P4	P5	0	0	0	0	P10	0	0	0	0	1



Municipio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Conteo
Peñol	0	P2	0	P4	0	P6	P7	0	0	P10	0	0	0	0	1
Guatapé	0	0	0	0	0	P6	0	P8	0	P10	0	0	0	0	1
Tarso	0	P2	0	P4	0	0	0	0	P9	P10	0	0	0	0	1
Marinilla	0	P2	P3	P4	0	P6	P7	0	P9	P10	0	0	0	0	1
Rionegro	0	P2	P3	P4	P5	P6	P7	0	P9	P10	0	0	0	0	1
San Pedro De Los Milagros	0	P2	0	P4	0	P6	0	P8	P9	P10	0	0	0	0	1
Copacabana	0	P2	P3	0	P5	P6	0	P8	P9	P10	0	0	0	0	1
San Vicente	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	P9	P10	0	0	0	0	1
Guarne	0	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	0	0	0	0	1
Olaya	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	0	0	P12	0	0	1
Itagüí	0	0	0	0	0	0	0	0	P9	0	0	P12	0	0	1
Titiribí	0	0	P3	P4	P5	0	0	0	P9	0	0	P12	0	0	1
La Estrella	0	0	0	0	0	P6	0	0	P9	0	0	P12	0	0	1
Amagá	0	P2	P3	0	P5	P6	P7	0	P9	0	0	P12	0	0	2
Girardota	0	P2	P3	0	P5	P6	P7	0	P9	0	0	P12	0	0	2
Angelópolis	0	0	P3	0	P5	0	0	P8	P9	0	0	P12	0	0	1
Caldas	0	P2	P3	0	P5	0	0	P8	P9	0	0	P12	0	0	1
Venecia	0	P2	P3	P4	P5	0	0	P8	P9	0	0	P12	0	0	1
Valparaiso	0	P2	0	P4	0	0	0	0	0	P10	0	P12	0	0	2
Fredonia	0	P2	0	P4	0	0	0	0	0	P10	0	P12	0	0	2
Caramanta	0	P2	0	P4	0	P6	0	0	0	P10	0	P12	0	0	2
Santa Bárbara	0	P2	0	P4	0	P6	0	0	0	P10	0	P12	0	0	2
Jericó	0	P2	0	P4	0	0	P7	0	0	P10	0	P12	0	0	2
Betulía	0	P2	0	P4	0	0	P7	0	0	P10	0	P12	0	0	2
Liborina	0	P2	0	0	0	0	0	P8	0	P10	0	P12	0	0	1
Entrerrios	0	P2	0	P4	0	P6	0	P8	0	P10	0	P12	0	0	1
La Unión	0	P2	P3	P4	0	P6	0	P8	0	P10	0	P12	0	0	1
Angostura	0	P2	0	P4	0	0	P7	P8	0	P10	0	P12	0	0	1
Ebéjico	0	0	P3	P4	0	0	P7	P8	0	P10	0	P12	0	0	1
Giraldo	0	0	0	P4	0	P6	P7	P8	0	P10	0	P12	0	0	1
Granada	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	0	P10	0	P12	0	0	1
La Pintada	0	0	P3	P4	P5	0	0	0	P9	P10	0	P12	0	0	1
Santa Fe De Antioquia	0	0	0	P4	0	0	0	P8	P9	P10	0	P12	0	0	1
San Jerónimo	0	0	0	0	0	P6	0	P8	P9	P10	0	P12	0	0	1
Sopetrán	0	P2	0	P4	0	P6	0	P8	P9	P10	0	P12	0	0	1
El Retiro	0	P2	P3	0	P5	0	P7	P8	P9	P10	0	P12	0	0	1
Santuario	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	P9	P10	0	P12	0	0	1



Municipio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Conteo
Bello	0	P2	P3	P4	P5	P6	0	P8	P9	0	P11	P12	0	0	1
Concordia	0	P2	0	P4	0	0	P7	0	0	P10	P11	P12	0	0	1
Pueblorrico	0	P2	0	P4	0	P6	P7	0	0	P10	P11	P12	0	0	1
Armenia	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	0	0	2
Guadalupe	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	0	0	2
Carolina	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	0	0	2
San Andrés de Cuerquia	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	0	0	2
Santa Rosa De Osos	0	P2	0	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	0	0	1
Abejorral	0	P2	0	P4	0	P6	0	P8	0	P10	P11	P12	0	0	1
Hispania	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	0	P10	P11	P12	0	0	1
Ciudad Bolívar	0	P2	0	0	0	0	P7	0	P9	P10	P11	P12	0	0	1
Salgar	0	P2	0	P4	0	0	P7	0	P9	P10	P11	P12	0	0	1
La Ceja	0	P2	P3	P4	0	P6	P7	0	P9	P10	P11	P12	0	0	1
Gómez Plata	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	P9	P10	P11	P12	0	0	1
Alejandro	0	0	0	0	0	P6	0	P8	P9	P10	P11	P12	0	0	1
Montebello	0	P2	0	0	0	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	0	0	1
Barbosa	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	0	0	3
Santo Domingo	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	0	0	3
Cisneros	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	0	0	3
Donmatías	0	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	0	0	1
Carmen De Viboral	0	P2	0	0	0	P6	P7	0	P9	P10	0	0	P13	0	1
Betania	0	P2	0	0	0	0	P7	0	0	P10	P11	P12	P13	0	1
Andes	0	P2	0	0	0	P6	P7	0	0	P10	P11	P12	P13	0	1
Jardín	0	P2	0	0	0	0	P7	P8	0	P10	P11	P12	P13	0	1
Puerto Triunfo	0	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	0	0	P12	0	P14	1
Heliconia	0	P2	0	0	0	0	P7	P8	P9	0	0	P12	0	P14	1
Belmira	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	0	P14	1
San Juan De Urabá	0	P2	0	P4	0	0	P7	P8	0	P10	P11	P12	0	P14	1
San José De La Montaña	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	P9	P10	P11	P12	0	P14	1
Puerto Nare	0	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	0	0	0	P13	P14	1
Mutatá	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	0	P11	0	P13	P14	1
Apartadó	0	P2	0	0	P5	0	P7	P8	P9	0	0	P12	P13	P14	1
Sabanalarga	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	2
Peque	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	2
San Carlos	P1	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	1



Municipio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Conteo
Buriticá	0	0	P3	0	0	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	1
Anzá	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	1
San Roque	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	1
Tarazá	0	P2	P3	0	P5	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	1
Puerto Berrío	P1	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	1
Caicedo	0	P2	0	0	0	P6	P7	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	2
Toledo	0	P2	0	0	0	P6	P7	P8	0	P10	0	P12	P13	P14	2
Cáceres	0	0	P3	0	P5	0	0	P8	0	0	P11	P12	P13	P14	1
Carepa	0	P2	0	P4	P5	0	P7	P8	0	0	P11	P12	P13	P14	1
Urrao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P10	P11	P12	P13	P14	2
Vigía Del Fuerte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P10	P11	P12	P13	P14	2
Yarumal	0	P2	0	P4	P5	0	0	0	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Sonsón	0	P2	P3	P4	P5	0	0	0	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Nariño	0	P2	0	0	0	0	P7	0	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
San Francisco	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	6
San Luis	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	6
Abriaquí	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	6
Frontino	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	6
Murindó	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	6
Dabeiba	0	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	6
San Rafael	P1	0	0	0	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Caracolí	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Uramita	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Briceño	0	0	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Chigorodó	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Turbo	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Arboletes	0	P2	0	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Maceo	0	0	P3	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Vegachí	0	P2	P3	P4	0	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Ituango	P1	0	0	0	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Amalfi	0	0	P3	0	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	4
Anorí	0	0	P3	0	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	4
Zaragoza	0	0	P3	0	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	4
El Bagre	0	0	P3	0	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	4
Nechí	P1	P2	P3	0	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Yalí	0	P2	0	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Yolombó	0	P2	0	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3
Necoclí	0	P2	0	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	3



Municipio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Conteo
Remedios	0	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	5
Yondó	0	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	5
Valdivia	0	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	5
Segovia	0	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	5
Caucasia	0	0	P3	P4	P5	0	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	5
Argelia	0	0	0	0	0	P6	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Cañasgordas	0	P2	0	0	0	P6	0	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Campamento	0	P2	P3	P4	0	0	P7	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Cocorná	0	P2	0	P4	0	P6	P7	P8	0	P10	P11	P12	P13	P14	1
Concepción	0	P2	0	P4	0	P6	0	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	1
San Pedro De Urabá	0	P2	0	P4	0	0	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	1

1.2.6. Matriz de Vester, árbol de problemas y espacialización de las causas

Si bien el proyecto está enfocado a la adaptación al cambio climático, se ha decidido recopilar todo tipo de problemáticas que los actores locales consideren importantes, independientemente de si estas están directamente relacionadas con el cambio en las condiciones climáticas, ya que muchas de ellas pueden incidir en otros aspectos de la adaptación como la exposición, la vulnerabilidad o la capacidad adaptativa. Para poder analizar las relaciones existentes entre dimensiones de problemáticas aparentemente dispares, se realizó un taller para la construcción colectiva de una matriz de Vester. Una vez obtenida la matriz, se realizó el sumatorio para obtener los problemas pasivos (columnas) y los problemas activos (filas). De este modo, cada categoría de problemáticas obtuvo un valor como activo y pasivo que se tradujo en unas coordenadas X (activos) e Y (pasivos) que fueron graficadas, obteniendo la **Figura 28**:

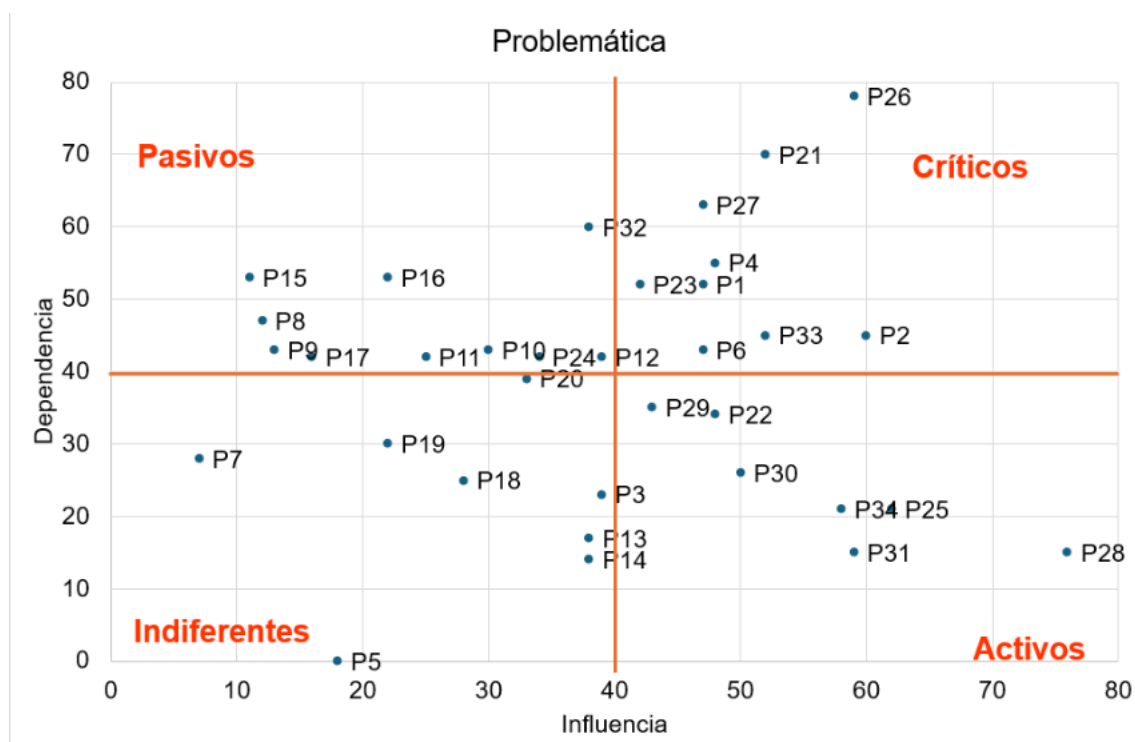


Figura 28. Gráfica de la matriz de Vester, en el que cada punto pertenece a una categoría de problemáticas. En el eje X podemos ver la influencia de cada categoría, mientras que en el eje Y podemos ver su dependencia de otras problemáticas. Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación, se presenta el listado de categorías problemáticas contenido en cada uno de los cuadrantes de la **Figura 28**:

Problemas críticos (9):

- Cambios en el uso del suelo (P1)
- Degradación por actividades productivas y extractivas (P2)
- Hábitat (P21)
- Infraestructura para la gestión de servicios básicos (P23)
- Baja Productividad Territorial (P26)
- Sobreexplotación de recursos (P27)
- Ocupación informal del territorio (P33)
- Degradación por prácticas socioculturales (P4)
- Limitaciones o informalidad en la tenencia de la tierra (P6)



Problemas activos (7):

- Infraestructura de transporte (P22)
- Falta de educación (P25)
- Ausencia de acompañamiento institucional (P28)
- Ausencia de asociatividad y pérdida de prácticas tradicionales (P29)
- Desarticulación de actores (P30)
- Falta de Gestión y control ambiental (P31)
- Falta de Planificación y control territorial (P34)

Problemas pasivos (9):

- Déficit hídrico por actividades productivas (P10)
- Pérdida de Servicios Ecosistémicos relacionados con el agua (P11)
- Dependencia alimentaria y barreras de mercado (P15)
- Disminución de la producción agrícola y pecuaria (P16)
- Disponibilidad y acceso de alimentos (P17)
- Mal adaptación (P24)
- Malas prácticas en la relación con el recurso hídrico (P32)
- Contaminación hídrica (P8)
- Déficit hídrico para abastecimiento humano (P9)

Problemas indiferentes (9):

- Baja tecnificación agropecuaria e Inadecuadas prácticas agrícolas (P12)
- Barreras normativas y débil apoyo al campo (P13)
- Débil asociatividad (P14)
- Informalidad en la tenencia de la tierra para producción agropecuaria (P18)
- Plagas y enfermedades (P19)
- Daños a infraestructura por fenómenos hidrometeorológicos (P20)
- Degradación por infraestructura (P3)
- Dinámica natural de los ecosistemas (P5)
- Calidad de agua inadecuada (P7)



El establecimiento de relaciones de causalidad entre las 33 problemáticas registradas por el proyecto permitió reconocerlas y clasificarlas de acuerdo a su influencia y dependencia. Encontramos 9 problemas críticos, 7 activos, 9 pasivos y 9 indiferentes. La dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos es mayoritaria entre los problemas críticos, aunque también se encuentran problemas de Infraestructura y Medios de vida. La dimensión de Gobernanza representa casi la totalidad de los problemas activos. Los problemas pasivos contienen casi todas las problemáticas de Recurso Hídrico, junto con algunas de Agricultura. Por último, en los problemas indiferentes se encuentran la mayoría de la dimensión de Agricultura.

De esta clasificación puede concluirse que los problemas críticos del departamento de Antioquia son de tipo ambiental y social. La estructura de gobernanza es altamente influyente en las problemáticas registradas, por lo que incidir en ellas podría ser una forma eficaz de mejorar otros problemas. Las dimensiones de Recurso Hídrico y Agricultura mostraron poca influencia y dependencia sobre otras problemáticas, probablemente porque, pese a representar recursos imprescindibles para la vida humana, están ligadas a otras problemáticas socioambientales. Por ello, la presencia de estas problemáticas puede ser un indicio de que otras problemáticas están también operando en los territorios.

Este ejercicio constituye un resultado valioso porque fue el punto de partida para la homogeneización de las categorías de problemáticas y la búsqueda de patrones espaciales. Asimismo, también es un insumo importante para la jerarquización de problemáticas, junto con sus posibles soluciones, que puede ayudar a la priorización y toma de decisiones.

1.2.7. Relación problemáticas-soluciones

En la **Tabla 11** se muestran los códigos de los nombres de las 64 problemáticas que se tienen dentro del proyecto de Herramientas para la adaptación al Cambio Climático, problemáticas a las que se les asignó una abreviatura para poder cruzarlas más adelante con las soluciones (por ejemplo, “P1” indica la problemática “Deforestación en áreas protegidas” perteneciente a la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos; mientras que, “P64” hace referencia a la última problemática, la número 64 que es: “Poco apoyo a proyectos culturales y cívicos”, perteneciente a la dimensión de Medios de Vida).



Tabla 11. Problemáticas, su abreviación e interpretación (por ejemplo: La problemática "P1" se responde con "17" soluciones). Fuente: Elaboración propia (2025).

Dimensión	Problemática	Abreviación	Interpretación
Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	Deforestación en áreas protegidas	P1	17
	Deforestación por división de predios	P2	12
	Daño a los ecosistemas por expansión de actividades agrícolas	P3	17
	Daño a los ecosistemas por actividades mineras	P4	7
	Daño a los ecosistemas por expansión de actividades ganaderas	P5	16
	Daño a los ecosistemas por especies invasoras	P6	12
	Incendios forestales	P7	13
	Daño ambiental por turismo masivo	P8	15
Recursos Hídricos	Agua no potable para consumo humano	P9	12
	Agua contaminada por sustancias químicas	P10	17
	Desechos sólidos en fuentes hídricas	P11	18
	Ausencia o insuficiencia de sistemas para el tratamiento de aguas residuales	P12	13
	Insuficiencia en la cantidad de agua en las partes altas de las cuencas.	P13	19
	Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones	P14	12
	Disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos	P15	20
	Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales	P16	16
	Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias.	P17	19
	Insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados al agua	P18	25
	Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados	P19	23
Agricultura	Deforestación en nacimientos de agua	P20	21
	Ineficiente asistencia técnica para agricultores	P21	16
	Cambio de actividad económica de los campesinos	P22	19
	Deterioro de la salud animal por contaminación con agroquímicos	P23	18
	Disminución de producción por factores climáticos	P24	22
	Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria en zonas montañosas	P25	13
	Aumento de enfermedades en cultivos y ganado	P26	20
	Daños ambientales causados por prácticas agrícolas	P27	21
Pérdida de prácticas agrícolas tradicionales	P28	18	



Dimensión	Problemática	Abreviación	Interpretación
	Manejo inadecuado de los cultivos	P29	19
	Uso inadecuado del suelo	P30	15
Infraestructura- Hábitat- Construcción	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la distribución de agua	P31	7
	Servicios básicos afectados por eventos climáticos.	P32	13
	Ausencia o insuficiencia de espacio público	P33	5
	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para almacenamiento y tratamiento de residuos sólidos.	P34	7
	Ausencia o insuficiencia de sistemas para el tratamiento de aguas residuales	P35	9
	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el almacenamiento de agua.	P36	6
	Ausencia o insuficiencia de plantas para potabilización de agua	P37	8
	Ausencia o insuficiencia de lugares para la gestión de residuos de construcción y demolición.	P38	6
	Ausencia o insuficiencia de bocatomas y pozos para captación de agua	P39	7
	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para generación y distribución de energía eléctrica	P40	8
	Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte	P41	4
	Ausencia o insuficiencia de centros de emergencia para la atención a desastres.	P42	2
	Falta de sistemas de alerta temprana	P43	9
	Asentamientos humanos afectados por eventos climáticos	P44	14
	Infraestructura que agrava los problemas ambientales	P45	15
	Uso inadecuado de técnicas de construcción	P46	11
	Ausencia o insuficiencia de viviendas adecuadas	P47	1
	Uso de materiales inadecuados en las construcciones del lugar.	P48	8
Gobernanza	Falta de conocimiento y espacios físicos para formalizar asociaciones comunitarias	P49	15
	Deficiencias en la implementación de estrategias locales para reducción del riesgo	P50	12
Medios de vida	Impacto negativo del turismo en la economía	P51	16
	Bajo nivel de asociatividad económica	P52	14
	Mala planificación en la producción y comercialización agropecuaria.	P53	15
	Falta de formación para la constitución de pequeñas empresas	P54	13
	Dificultad para formalizar la comercialización de la producción.	P55	12



Dimensión	Problemática	Abreviación	Interpretación
	Daño ambiental por malas prácticas agrícolas	P56	12
	Falta de infraestructura vial para el transporte de la producción.	P57	8
	Falta de acceso al agua para la producción agropecuaria	P58	8
	Centros de acopio ineficientes	P59	12
	Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria	P60	13
	Falta de formación técnica para la planificación de la producción agropecuaria	P61	19
	Débil asimilación de la población migrante	P62	16
	Desaparición de conocimientos y tradiciones	P63	20
	Poco apoyo a proyectos culturales y cívicos	P64	12

Con respecto a las soluciones que se han planteado para responder a las problemáticas encontradas para el departamento de Antioquia, se tienen en total 50, repartidas en este caso en 4 dimensiones (Tabla 12), debido a que las dimensiones de Recurso Hídrico y de Gobernanza se adhirieron a otras dimensiones, especialmente a Infraestructura-Hábitat y a Medios de vida respectivamente.

Tabla 12. Soluciones, abreviación e interpretación (por ejemplo: 10 problemáticas se responden con la solución "S1", o la solución "S1" responde a 10 problemáticas). Fuente: Elaboración propia (2025).

Dimensión	Solución	Abreviación	Interpretación
Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	Creación de áreas protegidas locales	S1	10
	Creación de áreas de conservación	S2	13
	Regulación del turismo de naturaleza para reducir daños ambientales	S3	2
	Control de especies invasoras	S4	1
	Control ambiental	S5	21
	Restauración de ecosistemas degradados	S6	11
Agricultura	Ganadería regenerativa	S7	13
	Silvopastoreo	S8	13
	Agricultura orgánica	S9	10
	Prácticas agroecológicas	S10	24
	Diversificación productiva de cultivos.	S11	16
	Agroforestería	S12	20
	Uso de nuevas tecnologías en la agricultura tradicional	S13	21
	Cultivos comunitarios	S14	4
	Banco de semillas comunitario	S15	3
Redes de apoyo entre agricultores	S16	3	



Dimensión	Solución	Abreviación	Interpretación
Infraestructura- Hábitat- Construcción	Sistemas de abastecimiento de agua	S17	16
	Sistemas de tratamiento de aguas residuales	S18	12
	Sistemas de drenaje urbano	S19	6
	Sistemas para el control de la erosión en los cauces de ríos y taludes.	S20	13
	Guía de estrategias de protección ante incendios	S21	15
	Guía de estrategias para resistir vendavales	S22	7
	Sistemas de alerta y monitoreo	S23	6
	Guía de estrategias para mejorar el clima local	S24	3
	Sistemas para el abastecimiento de energías renovables	S25	15
	Manual de gestión de residuos	S26	13
	Guía de estrategias de intervención de infraestructura de transporte	S27	7
	Manual de desarrollo de tipologías de infraestructura crítica	S28	2
	Manual de desarrollo de tipologías de edificaciones residenciales	S29	2
	Manual de desarrollo de tipologías de espacios públicos	S30	4
	Manual de desarrollo de tipologías de edificaciones productivas	S31	5
	Guía de aplicación de técnicas constructivas adaptadas a cada contexto	S32	3
Medios de vida	Fomento a la gobernanza ciudadana	S33	28
	Procesos productivos basados en prácticas culturales tradicionales	S34	31
	Formación en prácticas rurales sostenibles	S35	49
	Formación en construcción sostenible	S36	50
	Diversificación de actividades productivas	S37	53
	Formación en actividades agropecuarias	S38	50
	Fortalecer iniciativas orientadas a la Formulación de proyectos	S39	40
	Comercialización online de la producción agrícola	S40	13
	Fortalecer las practicas académicas en ofertas laborales del municipio, que potencien el desarrollo territorial	S41	28
	Fortalecer programas de apropiación social aplicado a pequeña escala	S42	35
	Fortalecer las capacidades institucionales orientadas a buscar financiación	S43	52
	Incentivar proyectos de formación en nuevos emprendimientos en contexto de transformaciones territoriales	S44	17
	Marco de actuación del enfoque diferencial	S45	17



Dimensión	Solución	Abreviación	Interpretación
	Fortalecer un modelo de producción económico basado en economía naranja	S46	18
	Programa de difusión de prácticas de protección y/o financiamiento a pequeños productores (proteccionistas financieras)	S47	8
	Marco de actuación bajo un modelo de gobernanza.	S48	27
	Intercambio de conocimientos intramunicipal	S49	24
	Fortalecer las labores de monitoreo por parte las comunidades.	S50	25

Mediante la representación de las problemáticas y las soluciones en un plano cartesiano (**Figura 29**), se puede observar que aquellas problemáticas que tienen menos soluciones son: P47 con una sola solución, P42 con dos soluciones, P41 con cuatro soluciones, P33 con cinco soluciones y P36 con seis soluciones, mientras que, el resto de las problemáticas empiezan a tener más de siete soluciones, incluso, llegando a tener la problemática P18 el mayor número de soluciones: 25.

Respecto a las soluciones, se puede observar que la solución que responde a menos problemáticas es la S4 (Control de especies invasoras), sin embargo, no quiere decir que directamente la S4 esté solucionando la problemática P4 (como se pensaría que se interpreta la **Figura 29**) que hace referencia a “Daño a los ecosistemas por actividades mineras”, en realidad, para mayor detalle de la solución, se debe de remitir al archivo de Excel nombrado como “Matriz de Asociación Problemáticas-Soluciones”, allí se observará que la S4 específicamente busca responder la problemática P6: “Daño a los ecosistemas por especies invasoras”; sin embargo, dicha problemática (P6) se podría abordar a través de otras 11 soluciones, es decir, tendría un abanico de 12 soluciones para revertirla desde tres dimensiones:

Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, con dos soluciones: S5: Control ambiental y S4.

Agricultura, con cinco soluciones: S10: Prácticas agroecológicas; S11: Diversificación productiva de cultivos; S12: Agroforestería; S13: Uso de nuevas tecnologías en la agricultura tradicional y S15: Banco de semillas comunitario.

Medios de Vida, con cinco soluciones: S33: Fomento a la gobernanza ciudadana; S35: Formación en prácticas rurales sostenibles; S38: Formación en actividades agropecuarias; S39: Fortalecer iniciativas orientadas a la Formulación de proyectos y S50: Fortalecer las labores de monitoreo por parte las comunidades.

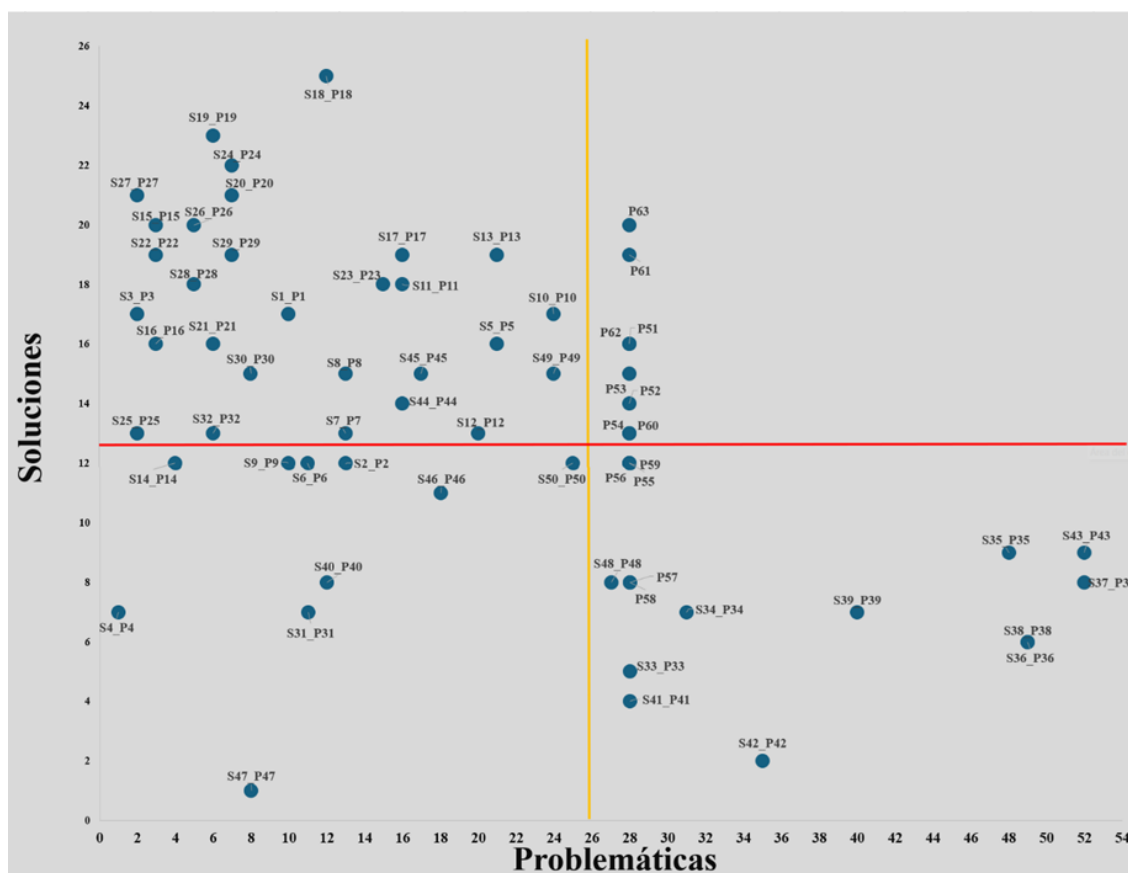


Figura 29. Plano cartesiano de problemáticas y soluciones. Fuente: Elaboración propia (2025).

Analizando la **Figura 29**, podemos determinar que las tres problemáticas que menos soluciones tienen son P48 (Ausencia o insuficiencia de viviendas adecuadas), que solo se responde mediante la solución S35 (Manual de desarrollo de tipologías de edificaciones residenciales); P43 (Ausencia o insuficiencia de edificios clave frente a emergencias) que puede resolverse con dos soluciones, S34 (Manual de desarrollo de tipologías de infraestructura crítica) y S45 (Estrategias para la Formulación de proyectos); y P42 (Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte), que tiene cuatro soluciones S33 (Planes de mantenimiento de infraestructura de transporte), S41 (Formación en prácticas sostenibles rurales,) S42 (Formación en construcción sostenible) y S45 (Estrategias para la formulación de proyectos).

Respecto a las tres soluciones que menos problemáticas responden tenemos S4 (Control de especies invasoras), que responde específicamente a la problemática P6 (Daño a los ecosistemas por especies invasoras), sin embargo, P6 tiene otras 11 soluciones. Después encontramos S3 (Regulación del turismo de naturaleza para reducir daños ambientales), que responde a dos problemáticas: P8 y P51, que tienen otras 14 y 15 soluciones respectivamente. Existen otras dos soluciones que responden específicamente a dos problemáticas: S25 (Sistemas para el abastecimiento de energías renovables), que responde a P32



(Servicios básicos afectados por eventos climáticos), que se responde con otras 12 soluciones; y P40 (Ausencia o insuficiencia de infraestructura para generación y distribución de energía eléctrica), que se responde con otras siete soluciones.

3.2.7.1. Análisis de relación por cada una de las dimensiones

En general, se tiene un promedio de 14,1 soluciones por problemática (**Tabla 13**); sin embargo, cada una de las problemáticas en las respectivas dimensiones tienen promedios variables, dado que, por ejemplo, las problemáticas de la dimensión de Infraestructura-Hábitat-Construcción (que en total son 18) tienen en promedio 7,8 soluciones; mientras que, las problemáticas de la dimensión de Agricultura tienen el mayor número de soluciones en promedio: 18,1.

Tabla 13. Promedio de soluciones por problemática en cada dimensión. Fuente: Elaboración propia (2025).

Dimensión (número de problemáticas)	Suma de soluciones	Promedio de solución por problemática
Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (8)	109	13,6
Recursos Hídricos (12)	215	17,9
Agricultura (10)	181	18,1
Infraestructura-Hábitat-Construcción (18)	140	7,8
Gobernanza (2)	27	13,5
Medios de vida (14)	190	13,6
Promedio		14,1

También se analizó el promedio de problemáticas que responden las soluciones de cada dimensión, estos resultados aparecen sintetizados en la **Tabla 14**. Respecto al promedio de problemáticas que se responden por cada solución, se tiene que, en promedio, una solución puede llegar a solucionar 15,5 problemáticas. El mayor número de problemáticas en promedio que se pueden solucionar por una sola solución está en la dimensión de medios de vida, dado que, en promedio, una solución de Medios de vida puede solucionar 31,4 problemáticas; mientras que, las soluciones de la dimensión de Hábitat pueden solucionar en promedio 8,1 problemáticas.



Tabla 14. Promedio de problemáticas que se responde por cada solución. Fuente: Elaboración propia (2025).

Dimensión (número de problemáticas)	Suma de problemáticas	Promedio de problemática por solución
Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (6)	58	9,7
Agricultura (10)	127	12,7
Infraestructura-Hábitat-Construcción (16)	129	8,1
Medios de vida (18)	565	31,4
Promedio		15,5

Finalmente, la **Tabla 15** muestra el total de problemáticas que pueden resolverse atendiendo únicamente a las soluciones de una dimensión. Las soluciones de la dimensión de Medios de Vida resultan ser las más versátiles para resolver problemáticas.

Tabla 15. Problemáticas que se resuelven por cada dimensión de soluciones. Fuente: Elaboración propia (2025).

Dimensión	Solución	Para Biodiversidad y SE	Para RH	Para Agricultura	Para Infraestructura	Para Gobernanza	Para Medios de vida
Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	S1	5	4	1	0	0	0
	S2	5	6	2	0	0	0
	S3	1	0	0	0	0	1
	S4	1	0	0	0	0	0
	S5	8	10	2	1	0	0
	S6	4	6	1	0	0	0
Subtotal		24	26	6	1	0	1
Agricultura	S7	2	6	5	0	0	0
	S8	2	6	5	0	0	0
	S9	1	1	6	0	0	2
	S10	4	11	6	0	0	3
	S11	4	3	6	0	0	3
	S12	6	7	7	0	0	0



Dimensión	Solución	Para Biodiversidad y SE	Para RH	Para Agricultura	Para Infraestructura	Para Gobernanza	Para Medios de vida
	S13	4	9	8	0	0	0
	S14	0	0	4	0	0	0
	S15	1	0	2	0	0	0
	S16	0	0	3	0	0	0
Subtotal		24	43	52	0	0	8
Infraestructura-Hábitat- Construcción	S17	3	9	0	3	0	1
	S18	0	8	1	2	0	1
	S19	1	4	0	0	0	1
	S20	0	3	0	3	0	1
	S21	1	1	0	3	0	1
	S22	0	0	0	3	0	0
	S23	4	8	2	1	0	0
	S24	1	4	0	1	0	1
	S25	0	0	0	2	0	0
	S26	0	3	1	1	0	0
	S27	0	0	0	1	0	1
	S28	0	1	0	4	0	0
	S29	0	2	0	2	0	3
	S30	0	4	0	2	0	2
	S31	0	1	6	0	0	4
S32	0	0	0	4	0	2	
Subtotal		10	48	10	32	0	18
Medios de vida	S39	8	9	0	0	2	9
	S40	2	5	9	1	1	13
	S41	8	12	10	16	2	0
	S42	2	12	10	16	1	8
	S43	4	10	10	14	2	12
	S44	4	11	10	10	2	12
	S45	6	9	5	10	2	8



Dimensión	Solución	Para Biodiversidad y SE	Para RH	Para Agricultura	Para Infraestructura	Para Gobernanza	Para Medios de vida
	S46	0	0	3	1	1	7
	S47	5	1	6	6	1	9
	S48	1	4	10	6	2	12
	S49	4	11	8	14	2	13
	S50	0	0	2	1	1	12
	S51	1	0	4	1	2	9
	S52	1	0	3	1	2	11
	S53	1	0	2	2	0	3
	S54	1	0	10	0	2	14
	S55	0	2	6	5	2	9
	S56	3	12	5	3	0	2
Subtotal		51	98	113	107	27	163
Total		109	215	181	140	27	190

2. Soluciones

2.1. Metodología

Toda la información correspondiente a las soluciones de adaptación al cambio climático fue levantada de fuentes primarias en salidas de campo y reuniones virtuales/presenciales con actores estratégicos en cada municipio de análisis. Esta información se complementó con el levantamiento de información secundaria en páginas web y documentos científicos. La metodología para la compilación de las soluciones es idéntica a la utilizada para las problemáticas, por lo que puede consultarse en las secciones 3.1.1., 3.1.2. y 3.1.3. del presente documento.

2.1.1. Identificación en el territorio

Si bien la metodología de identificación en campo se realizó de forma análoga al registro de problemáticas, la estructura de clasificación de los resultados de las soluciones se organiza de una manera ligeramente diferente, ya que de ellas se deriva después el inventario final de soluciones de adaptación



al cambio climático en Antioquia. Así, la jerarquía de clasificación de las soluciones comienza con las seis dimensiones principales, que a su vez contienen componentes, dichos componentes se subdividen en categorías, dichas categorías se subdividen en agrupaciones más específicas, denominadas subcategorías, y dichas subcategorías contienen todo el palmarés de soluciones/acciones específicas identificadas (en algunos casos, las soluciones/acciones específicas contienen diferentes tipologías de dichas soluciones y/o diversos elementos compositivos que amplían el rango de aplicación de la solución adaptable a cada caso específico).



A continuación, se definen cada uno de los niveles jerárquicos de esta estructura:

- **Dimensión:** es un elemento clave o parte fundamental de una estructura o sistema más amplio, en el proyecto de investigación actual las dimensiones son los bloques que conforman el objeto de estudio o las variables principales que se analizan, cada dimensión contribuye al entendimiento global del fenómeno investigado y puede estar compuesto por uno o varios componentes.
- **Componente:** es una característica o aspecto específico de una dimensión que permite observarlo desde diferentes ángulos o perspectivas, es una manera de dividir o desglosar un componente para analizarlo a mayor detalle.
- **Categoría:** es una agrupación de conceptos o elementos que comparten características comunes dentro de un componente, se utiliza para organizar y clasificar información de manera coherente, facilitando su análisis dentro de la investigación.
- **Subcategoría:** son divisiones más específicas dentro de una categoría que permiten un análisis aún más detallado, se utilizan para organizar la información de manera más precisa, proporcionando un enfoque granular sobre cada aspecto.
- **Soluciones/Acciones específicas:** son las propuestas de adaptación concretas derivadas del análisis del problema o fenómeno investigado, estas acciones o soluciones suelen ser recomendaciones o estrategias orientadas a resolver o mejorar la situación descrita en las categorías y subcategorías previas.

2.1.2. Matriz de soluciones

La información obtenida en las entrevistas virtuales y de campo sobre las soluciones presentes en el departamento de Antioquia fue compilada en una matriz en la que se especificaban la siguiente información por cada solución:

- Subregión



- Municipio
- Lugar específico de ocurrencia de la problemática (vereda, corregimiento, finca...)
- Coordenadas de latitud y longitud
- Dimensión: una de las seis mencionadas arriba
- Categoría
- Subcategoría
- Acciones específicas de la solución
- Indicador efectividad/impacto (de la solución)
- Actor que reportó la problemática
- Tipo de actor (institucional, civil, privado)
- Escala espacial de la solución a implementar
- Temporalidad de los resultados de la solución
- Limitaciones/barreras para la implementación de la solución
- Observaciones
- Enlace de fotografías e imágenes

2.2. Resultados

2.2.1. Identificación en el territorio

En la recolección de información se tuvo contacto con 46 municipios de los 125 del departamento, es decir, aproximadamente un 40%, con representación en cada una de las subregiones. Los recorridos se realizaron entre mayo de 2023 y diciembre de 2024. Se encontraron 277 soluciones en 35 de los municipios contactados. Las soluciones fueron agrupadas siguiendo el mismo método de análisis que se empleó para las problemáticas.

A continuación, se presentan las principales categorías de soluciones encontradas para cada una de las dimensiones del proyecto:

2.2.1.1. Biodiversidad y Servicios ecosistémicos

Este componente examina el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (SE) en Antioquia, destacando su papel esencial en la adaptación al cambio climático. Se busca identificar los ecosistemas que aún pueden ofrecer servicios ecosistémicos y aquellos que requieren intervención para recuperar su funcionalidad. La interconexión entre la salud de los ecosistemas y el bienestar humano subraya la importancia de soluciones sostenibles que promuevan la conservación y restauración de la naturaleza. El papel clave de los ecosistemas se evidencia en que son elementos indispensables en muchas de las



soluciones promovidas a nivel mundial para la mitigación y la adaptación al cambio climático, como las Soluciones basadas en la Naturaleza o la Adaptación basada en Ecosistemas.

Tabla 16. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Biodiversidad y Servicios ecosistémicos. Fuente: Elaboración propia (2025).

Categorías	Conservación	Control y planificación	Restauración, rehabilitación y recuperación ecológica	Sistemas productivos	Educación
Subcategorías	Implementación de PSA	Implementación de instrumentos para el control y planificación de las áreas del SINAP por medio de acuerdos de conservación	Rehabilitación en zonas degradadas	Cercos vivos	Educación
	Creación de reserva ecoturística	Implementación de instrumentos para el control y la planificación turística como la metodología de capacidad de acogida	Recuperación en zonas degradadas	Ganadería sostenible	Campañas de educación ambiental
	Creación de reservas naturales	Implementación de instrumentos para el control de especies invasoras	Restauración en zonas degradadas	Agroecosistemas	
		Implementación de instrumentos de control y planificación como los planes de pesca			

Dentro de la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos se identificaron 26 soluciones que fueron agrupadas en 12 subcategorías, que a su vez están englobadas en 3 categorías (Tabla 16). A continuación, se describe su definición y alcance:

- Conservación:** esta categoría incluye todas aquellas acciones destinadas a proteger y conservar los ecosistemas sin realizar transformaciones antrópicas sobre ellos (Figura 30). Se trata de la conservación de coberturas vegetales en diferentes grados sucesionales por medio de la creación de áreas protegidas municipales, o por medio de decisiones individuales o de mutuo acuerdo entre interesados. Esto incluye soluciones sin ánimo de lucro, como la Creación de reservas naturales, o



actividades económicas que no transformen los ecosistemas, como los sistemas de Pago por Servicios Ambientales y la Creación de Reservas Ecoturísticas.

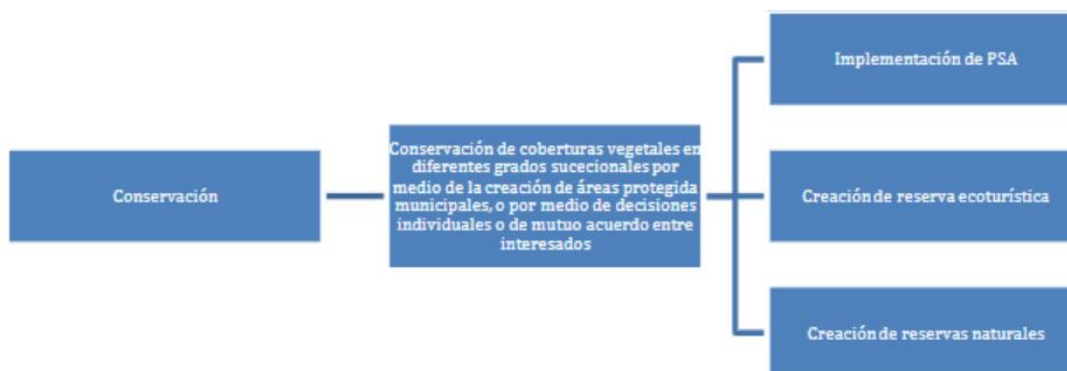


Figura 30. Soluciones asociadas a la Conservación de ecosistemas. Fuente: Elaboración propia (2025).

• **Restauración, rehabilitación y recuperación ecológica:** esta categoría incluye soluciones destinadas a revertir el estado de degradación de los ecosistemas para recuperar su biodiversidad y servicios ecosistémicos (SE), tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos (**Figura 31**). Incluye la Rehabilitación de zonas degradadas, que aspira a recuperar algunas especies y SE del ecosistema, sin aspirar a recuperar el ecosistema original, lo cual puede ser útil en áreas altamente degradadas, como aquellas en las que se hayan desarrollado actividades mineras. También está la Recuperación de zonas degradadas, que no aspira a establecer ecosistemas autosostenibles, pero sí a tratar de renaturalizar el área en el cual se dio la intervención. Por último, está la Restauración en zonas degradadas, que aspira a recuperar un ecosistema similar al original antes de su perturbación, y que puede abordarse mediante diferentes técnicas de restauración activa o pasiva en función del diagnóstico del área afectada.

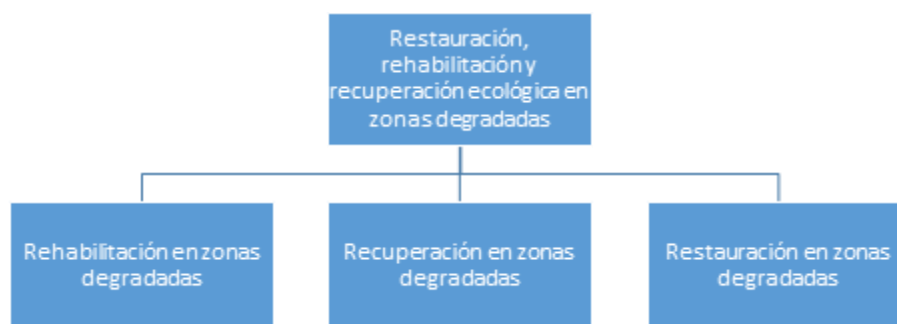


Figura 31. Soluciones asociadas a la Restauración, rehabilitación y recuperación ecológica de ecosistemas. Fuente: Elaboración propia (2025).



• **Sistemas productivos:** esta categoría incluye soluciones destinadas a mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios, con dos objetivos principales: reducir su impacto negativo sobre el medio ambiente y aprovechar los servicios ecosistémicos que ofrece un ecosistema sano para mejorar la resiliencia y calidad de la producción agropecuaria (**Figura 32**). Encontramos soluciones como la Ganadería sostenible en sus diferentes modalidades, como la ganadería regenerativa, destinada a mejorar las condiciones de suelo y del ecosistema de pastoreo, y los sistemas silvopastoriles, que combinan la cría de ganado con la silvicultura de árboles de interés comercial. Para los cultivos, encontramos diferentes tipos de Agroecosistemas, desde la agricultura orgánica, que utiliza técnicas respetuosas con el medio ambiente para la producción, a los sistemas agroforestales, que se conciben como un ecosistema comestible en el que la siembra de cultivos busca imitar un bosque.

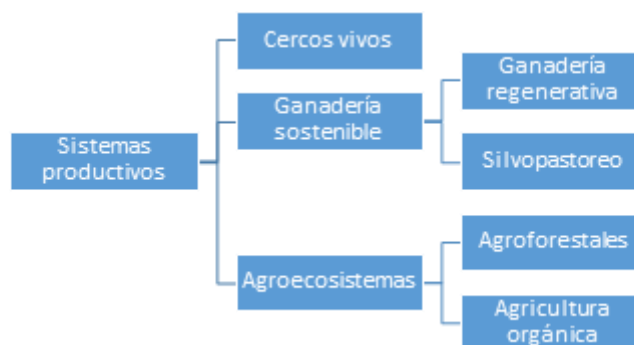


Figura 32. Soluciones asociadas a Sistemas productivos sostenibles. Fuente: Elaboración propia (2025).

2.2.1.2. Recurso hídrico

La gestión sostenible del agua y la protección de los ecosistemas acuáticos son desafíos fundamentales en la actualidad, especialmente en regiones donde el cambio climático, la contaminación y el uso excesivo de los recursos hídricos están afectando gravemente el equilibrio ambiental y social. Para enfrentar estos retos, se han desarrollado diversas soluciones que integran enfoques innovadores y naturales, promoviendo prácticas que buscan restaurar, conservar y utilizar los recursos hídricos de manera eficiente. A continuación, se describen cuatro categorías clave de soluciones que abordan las problemáticas descritas para la dimensión de Recurso hídrico, orientadas hacia la sostenibilidad y la mejora de la calidad de los ecosistemas (**Tabla 17**).



Tabla 17. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Recurso hídrico. Fuente: Elaboración propia (2025).

Categorías	Infraestructura hídrica y de manejo de residuos	Tratamiento natural de aguas residuales y gestión de residuos agrícolas	Restauración y conservación de ecosistemas	Infraestructura verde y azul
Subcategorías	Construcción de escombreras (19E)	Humedales artificiales (12E)	Estrategias de conservación	Agroforestería
	Dotación de infraestructura hídrica (13E)	Humedales construidos para residuos agrícolas (12E)	Sistemas silvopastoriles	Biofiltros
	Rediseño de rutas de recogida de residuos y optimización de camiones de basura (22E)		Reforestación de márgenes hídricos y ecosistemas claves	Infraestructuras verdes
	Reubicación de bocatomas de acueductos (9E)		Restauración de ecosistemas acuáticos	Jardines de lluvia y bioswales

Dentro de la dimensión de Recurso Hídrico se identificaron 4 categorías. A continuación, se describe su definición y alcance:

- Infraestructura hídrica y de manejo de residuos:** la categoría de infraestructura hídrica y de manejo de residuos se refiere al diseño, desarrollo y adecuación de infraestructuras clave que faciliten una gestión eficiente del agua y garanticen la disposición adecuada de residuos (**Figura 33**). Esto busca prevenir la contaminación de fuentes hídricas y asegurar la distribución sostenible del agua. Esta categoría es esencial para mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas acuáticos, garantizar el abastecimiento adecuado de agua para las comunidades y fomentar prácticas sostenibles tanto en zonas rurales como urbanas.

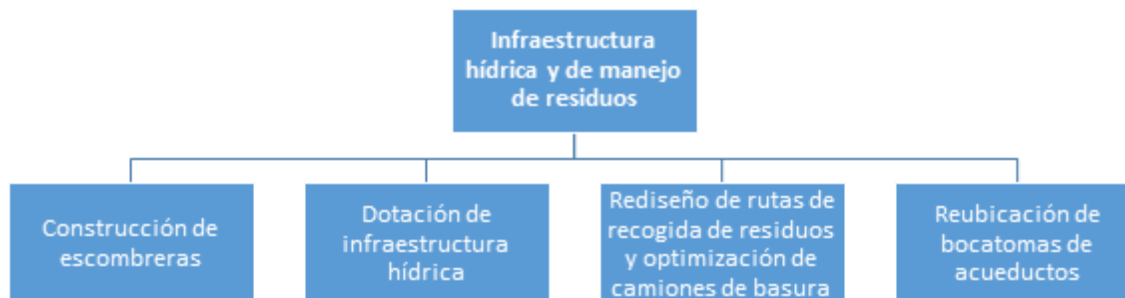


Figura 33. Soluciones asociadas a la Infraestructura hídrica y manejo de residuos sólidos. Fuente: Elaboración propia (2025).



- **Tratamiento natural de aguas residuales y gestión de residuos agrícolas:** esta categoría se enfoca en el uso de soluciones naturales para el tratamiento de aguas residuales y la gestión de residuos provenientes de actividades agrícolas (**Figura 34**). Mediante el uso de humedales artificiales y construidos, se busca restaurar los ecosistemas acuáticos, mejorar la calidad del agua y promover la sostenibilidad en la gestión de los recursos hídricos.

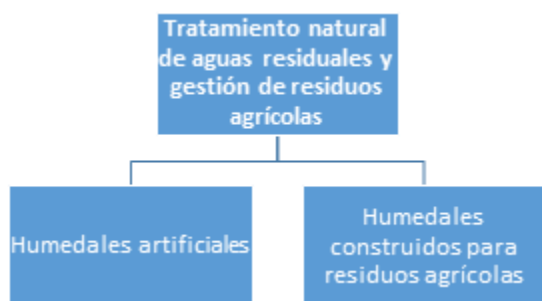


Figura 34. Soluciones asociadas al Tratamiento de aguas residuales y residuos agrícolas. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Restauración y conservación de ecosistemas:** la restauración y conservación de ecosistemas es clave para proteger los recursos hídricos, mejorar la calidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y garantizar su sostenibilidad a largo plazo (**Figura 35**). Esta categoría incluye estrategias para restaurar ecosistemas críticos, conservar la biodiversidad y manejar los suelos de manera sostenible.



Figura 35. Soluciones asociadas a la Restauración y conservación de ecosistemas para la preservación del recurso hídrico. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Infraestructura verde y azul:** destinada a preservar la disponibilidad del recurso hídrico, evitar su deterioro y mejorar su calidad (**Figura 36**).

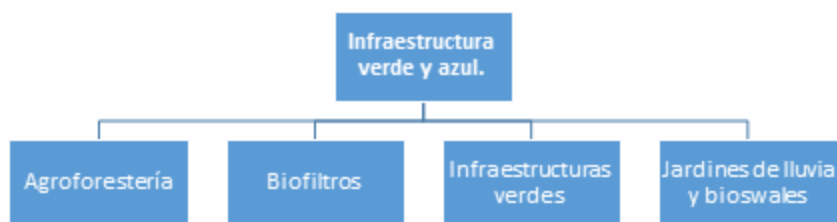


Figura 36. Soluciones asociadas a la Infraestructura verde y azul. Fuente: Elaboración propia (2025).

2.2.1.3. Agricultura

Para el presente proyecto se plantean algunas soluciones desde la mirada de la agricultura que pretende ayudar a dar solución a las problemáticas encontradas en el presente proyecto, es así que se tienen cuatro grandes categorías de soluciones con sus respectivas subcategorías de soluciones (Tabla 18).

Tabla 18. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Agricultura. Fuente: Elaboración propia (2025).

Categorías	Buenas prácticas en la agricultura	Estrategias colaborativas	Educación y capacitación	Políticas agrícolas
Subcategorías	Integración de prácticas agrícolas tradicionales con tecnologías modernas	Cultivos comunitarios para la autonomía agrícola	Capacitación en técnicas agrícolas adaptativas	Adquisición de nuevos predios
	Gestión sostenible del suelo	Banco de hábitat comunitario	Educación ambiental	Control ambiental
	Prácticas agrícolas resilientes	Creación de redes de apoyo		Fomento a la actividad agrícola
	Prácticas agroecológicas			Fomento a la asociatividad
	Diversificación productiva			Fortalecimiento de la asistencia técnica
	Gestión del agua			Promover el acceso y adopción a tecnologías agrícolas

Dentro de la dimensión de Agricultura se identificaron 4 categorías. A continuación, se describe su definición y alcance:

- **Buenas prácticas en la agricultura:** hace referencia a un conjunto de enfoques y estrategias que buscan optimizar la producción agrícola de manera sostenible, eficiente y respetuosa con el medio ambiente (Figura 37). Estas prácticas tienen como objetivo no solo mejorar la productividad y rentabilidad de los productos agrícolas, sino también garantizar la conservación de los recursos naturales y el



bienestar de la población antioqueña, por lo que la implementación de buenas prácticas es fundamental para fortalecer la seguridad alimentaria, mejorar la resiliencia frente a los efectos del cambio climático y promover el desarrollo rural sostenible.

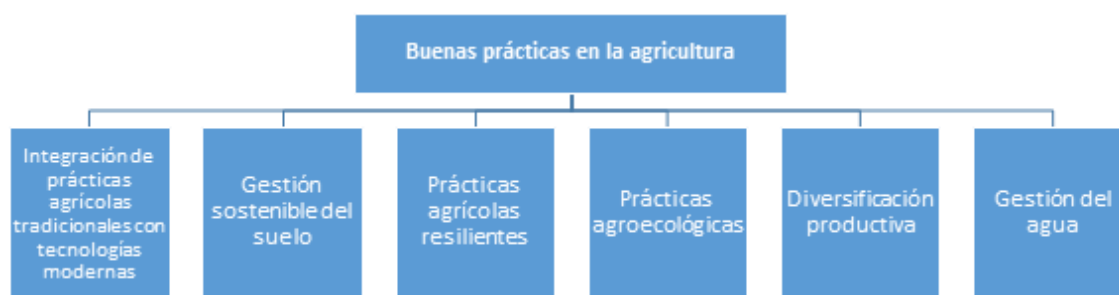


Figura 37. Soluciones asociadas a Buenas prácticas en la agricultura. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Estrategias colaborativas:** se refiere a enfoques y prácticas en los que los actores de las comunidades agrícolas trabajan juntos para abordar desafíos comunes, fortalecer la autonomía de los productores y fomentar el desarrollo sostenible (Figura 38). A través de la cooperación y el intercambio de recursos y conocimientos, estas estrategias buscan mejorar la resiliencia de las comunidades frente a los impactos del cambio climático, las dificultades económicas y los problemas sociales. Las estrategias colaborativas permiten que los agricultores no solo sean más competitivos, sino también que logren una mayor seguridad alimentaria y un uso más eficiente de los recursos.

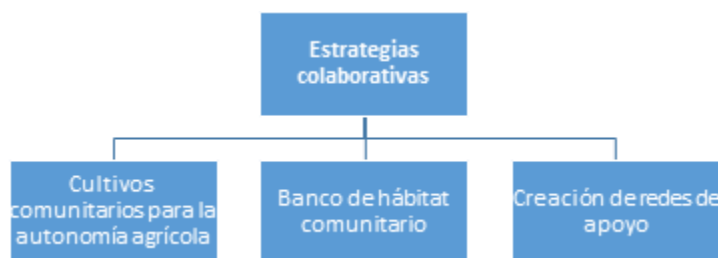


Figura 38. Soluciones asociadas a Estrategias colaborativas. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Educación y capacitación:** se enfoca en el proceso continuo de proporcionar conocimientos y habilidades a los agricultores y las comunidades rurales para mejorar su capacidad de adaptación a los cambios y retos que enfrenta la agricultura moderna (Figura 39). A través de la educación, la divulgación y la formación en diversas áreas, se busca fortalecer la capacidad de los productores para implementar prácticas agrícolas sostenibles, mejorar la productividad y promover el cuidado del medio ambiente. La



capacitación es esencial para garantizar que los agricultores cuenten con las herramientas necesarias para hacer frente a los desafíos del cambio climático, las fluctuaciones del mercado y las demandas de una población en crecimiento.

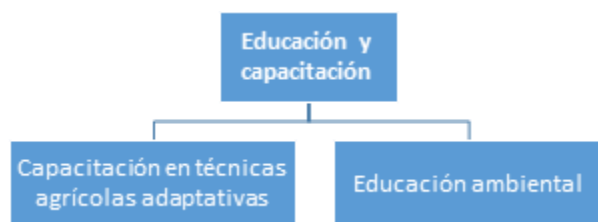


Figura 39. Soluciones asociadas a la Educación y capacitación. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Políticas agrícolas:** se refiere a las acciones, regulaciones y directrices establecidas por las alcaldías, gobiernos propios (en caso de estar en comunidades indígenas) y otras instituciones para apoyar y regular la actividad agrícola; estas políticas son esenciales para crear un entorno favorable que promueva el desarrollo del sector agropecuario, garantizando su sostenibilidad, competitividad y resiliencia frente a los cambios globales, como el cambio climático y las fluctuaciones del mercado (**Figura 40**). A través de políticas públicas eficaces, se busca fortalecer la agricultura como un pilar fundamental para la seguridad alimentaria, el bienestar económico de las comunidades rurales y la conservación de los recursos naturales.

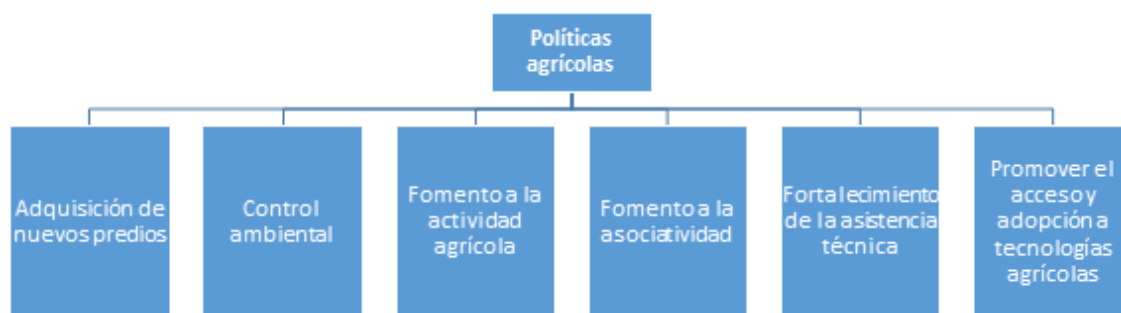


Figura 40. Soluciones asociadas a Políticas agrícolas. Fuente: Elaboración propia (2025).

2.2.1.4. Infraestructura, hábitat y construcción

En la búsqueda de soluciones a través del departamento se incluye el enfoque físico espacial, donde el hábitat como proceso adaptativo, la eco infraestructura como red y agrupación consciente con el medio y la construcción sostenible como método de acción y ejecución material, plantean particularidades que



contienen estrategias, herramientas y formas de producir el espacio físico “artificial” en sinergia con el natural con todas las implicaciones funcionales, económicas, ambientales y sociales.

Este componente busca examinar las implicaciones que tiene el cambio climático en el espacio físico que habitamos y las propuestas que podrían implementarse y que definen y delimitan gran parte de la actividad humana en coexistencia con el resto de seres vivos.

Aunque no existe una única manera de solucionar un problema, se plantean una serie de soluciones físicas y conceptuales en múltiples escalas de aplicación, orientadas en respuesta a problemáticas específicas dependiendo de su contexto, abordadas desde enfoques como la eco infraestructura, la bioingeniería, el Hábitat adaptativo y la Construcción sostenible (Tabla 19).

Es evidente la necesidad de desarrollar medidas para construir sociedades más equilibradas, es en este sentido que se plantean cinco categorías de soluciones frente a problemas de incidencia directa e indirecta a raíz del cambio climático en el departamento de Antioquia y que podrían, en sus particularidades, ser replicables y escalables en diversos territorios.

Tabla 19. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Infraestructura, hábitat y construcción. Fuente: Elaboración propia (2025).

Categorías	Gestión Integrada del Riesgo y Regulación Climática	Gestión de servicios básicos (Agua y energía) y residuos.	Hábitat adaptativo y Construcción sostenible.
Subcategorías	Gestión del riesgo	Gestión hídrica y saneamiento (uso humano)	Arquitectura e infraestructura adaptativa
	Corredores ecológicos y biodiversidad	Gestión hídrica (Inf V)	Planificación y reubicación
	Gestión de microclima a partir de la bioclimática y el paisajismo	Energía sostenible y telecomunicaciones	
		Gestión de residuos	

El componente de Infraestructura, Hábitat y Construcción en Antioquia presenta múltiples problemáticas que impactan de manera significativa en la calidad de vida de la población, frente a dichas problemáticas se plantean soluciones agrupadas en 3 categorías: Gestión Integrada del Riesgo y Regulación Climática, Gestión de servicios básicos (Agua y energía) y residuos, y por último Hábitat adaptativo y Construcción sostenible. A continuación, se describe cada una de ellas:

- **Gestión Integrada del Riesgo y Regulación Climática:** aborda estrategias para mitigar amenazas ambientales y optimizar las condiciones del entorno mediante la planificación territorial y el diseño ecológico (Figura 41). Incluye la gestión del riesgo para prevenir impactos sobre asentamientos y



ecosistemas, la creación de corredores ecológicos que fomentan la biodiversidad y la resiliencia del paisaje, así como el control del microclima a través de soluciones bioclimáticas y de paisajismo que regulan temperatura, humedad y confort ambiental.

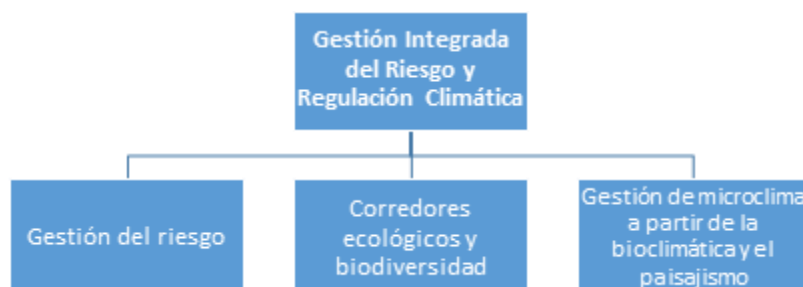


Figura 41. Soluciones asociadas a la Gestión integrada del riesgo y la regulación climática. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Gestión de servicios básicos (Agua y energía) y residuos:** garantizar el acceso equitativo a recursos esenciales requiere una administración eficiente del agua, la energía y los residuos (**Figura 42**). Desde la captación y saneamiento mediante infraestructuras grises, azules y verdes, hasta la integración de energías renovables y telecomunicaciones resilientes, esta categoría promueve la autosuficiencia y la eficiencia de los asentamientos. Además, una gestión integral de los residuos minimiza la contaminación y potencia modelos circulares de aprovechamiento.

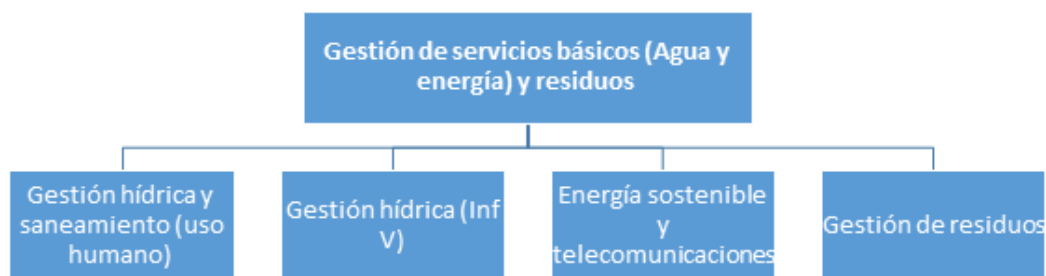


Figura 42. Soluciones asociadas a Gestión de servicios básicos y residuos. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Hábitat adaptativo y Construcción sostenible:** la planificación del hábitat debe responder a las dinámicas ambientales y sociales mediante infraestructuras flexibles y materiales sostenibles (**Figura 43**). Esta categoría incluye enfoques de arquitectura adaptativa que optimizan la relación entre el espacio construido y su entorno, así como estrategias de planificación y reubicación que consideran la seguridad, la accesibilidad y la armonización con los ecosistemas locales.

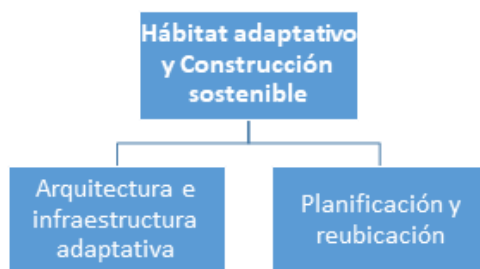


Figura 43. Soluciones asociadas a Hábitat adaptativo y Construcción sostenible. Fuente: Elaboración propia (2025).

2.2.1.5. Gobernanza

Esta dimensión posee dos categorías de análisis (Tabla 20).

Tabla 20. Categorías y subcategorías de las soluciones de la dimensión de Gobernanza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Categorías	Ausencia de asociatividad	Planificación y control urbanístico
Subcategorías	Educación y Capacitación	
	Cohesión Social	
	Apoyo Institucional	
	Infraestructura y Recursos	
	Participación Democrática	
	Redes de cooperativas agrícolas y Asociaciones de víctimas	

• **Ausencia de asociatividad:** hace referencia a las brechas para la adaptación relacionadas con la falta de capacidad de generar acciones colectivas y ejecuciones conjuntas en la comunidad (Figura 44). De igual forma, se evidenció en las entrevistas realizadas que las asociaciones comunitarias al momento de acceder, formular y ejecutar proyectos tienen como dificultades: el aumento de los costos operativos, la carencia de capacidad técnica, informalidad jurídica de las asociaciones, falta de instalaciones físicas, falta de acompañamiento institucional, en ocasiones se presenta algunos tipos de rivalidad con otras organizaciones o asociaciones colectivas, reubicación de los miembros de la comunidad por factores ajenos a los integrantes, malas prácticas individuales en los espacios comunes y finalmente se presenta vulnerabilidad de los pequeños productores rurales frente a los intermediarios en los sectores productivos.



Figura 44. Soluciones asociadas a la Ausencia de asociatividad. Fuente: Elaboración propia (2025).

• **Planificación y control urbanístico:** se refiere a la gestión del suelo, siendo esta liderada por los municipios mediante sus instrumentos de ordenamiento territorial y de la gestión del riesgo. Se evidenció que los territorios la especulación y fragmentación predial en zonas con poco amortiguamiento ocasiona riesgos de alta, media o baja densidad que implica la puesta en peligro de los habitantes y los recursos naturales.

2.2.1.6. Medios de vida

Los medios de vida se refieren a las estrategias, recursos y actividades que las personas y comunidades utilizan para asegurar su bienestar y sobrevivencia económica y social. Los medios de vida sostenibles no solo permiten la satisfacción de necesidades actuales, sino que también pueden adaptarse y recuperarse de choques y tensiones, sin comprometer el bienestar de generaciones futuras

Dentro de los medios de vida, los recursos son un concepto fundamental, y se entiende cómo los activos que las personas y comunidades poseen o a los que tienen acceso, y que utilizan para generar bienestar y asegurar su subsistencia, es decir, los recursos son los insumos que se movilizan para generar ingresos y bienestar. Entre ellos encontramos:

- **Capital Humano:** las habilidades, conocimientos, capacidades físicas y salud de las personas.
- **Capital Natural:** los recursos naturales disponibles, como tierra, agua y biodiversidad.
- **Capital Físico:** infraestructuras y bienes materiales, como vivienda, maquinaria y tecnología.
- **Capital Social:** redes sociales, relaciones de confianza y reciprocidad.
- **Capital Financiero:** recursos monetarios, ahorros y acceso a créditos.

Dentro de esta dimensión, las categorías de soluciones están orientadas a entender cómo se gestionan y desarrollan los medios de vida, cómo se representan las condiciones bajo las cuales los recursos se utilizan y bajo qué estrategias se implementan; es decir, son los factores que condicionan cómo se utilizan esos recursos y qué tan sostenibles o vulnerables son los medios de vida utilizados. De esta forma, dentro



de este trabajo, las soluciones se plantearon desde cuatro categorías: educación, comercio, productividad y administración (Figura 45).

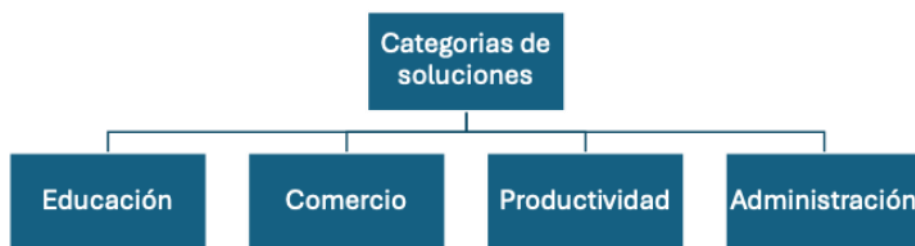


Figura 45. Categorías de soluciones asociadas a Medios de Vida. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Educación:** se configura como un eje estratégico para la generación de soluciones a problemáticas de adaptación, al funcionar como un mecanismo de acumulación de capital humano y de fortalecimiento del tejido social. La educación contribuye a aumentar la productividad laboral, a alinear competencias con las demandas del mercado y a promover procesos de innovación que generan valor agregado en los sectores productivos. Asimismo, la educación cumple un rol redistributivo, ya que amplía el acceso a oportunidades, reduce brechas de desigualdad y fomenta la movilidad social ascendente.

En contextos rurales o urbanos vulnerables, la formación integral permite que las comunidades desarrollen capacidades para la autogestión, la diversificación económica y la asociatividad, elementos claves para enfrentar ciclos de pobreza estructural. Por tanto, la articulación de acciones educativas con estrategias de desarrollo económico y social no solo incide en la calidad de vida de la población, sino que también constituye una condición habilitante para la sostenibilidad de los procesos de adaptación y transformación territorial.

- **Comercio:** una eficiente articulación comercial constituye un componente esencial para enfrentar los desafíos de adaptación en territorios con alta vulnerabilidad socioeconómica y ambiental. La falta de acceso a mercados, la desarticulación de cadenas productivas y la dependencia de intermediarios limitan la capacidad de los pequeños productores para generar ingresos sostenibles y reinvertir en prácticas de adaptación. En este sentido, promover esquemas de comercialización eficientes —basados en la asociatividad, la integración de cadenas de valor y la diversificación de mercados— permite no solo mejorar la rentabilidad de las actividades productivas, sino también fortalecer la resiliencia económica de las comunidades. Una articulación comercial adecuada facilita la transferencia tecnológica, el acceso a información de precios y la incorporación de criterios de sostenibilidad en los procesos de producción y venta. De esta manera, se generan incentivos para la adopción de prácticas adaptativas, se reduce la



exposición a riesgos climáticos y se incrementa la capacidad de respuesta de los sistemas productivos frente a las presiones ambientales y del mercado.

- **Productividad:** la productividad eficiente se constituye en un factor determinante para generar soluciones a los problemas de adaptación, ya que permite maximizar el uso de los recursos disponibles mientras se minimizan pérdidas y vulnerabilidades. Una gestión productiva orientada a la eficiencia no solo incrementa los niveles de rendimiento y competitividad, sino que también habilita la incorporación de prácticas sostenibles que reducen la exposición a riesgos climáticos, económicos y sociales. En este sentido, la eficiencia productiva implica la aplicación de tecnologías apropiadas, la diversificación de actividades, la optimización de insumos y la innovación en procesos, lo cual fortalece la resiliencia de los sistemas productivos. Al lograr una mayor eficiencia, los productores están en capacidad de generar excedentes económicos que faciliten la reinversión en estrategias de adaptación, garantizando así la sostenibilidad de los medios de vida y la consolidación de territorios más preparados frente a escenarios de cambio y crisis.

- **Administración:** la administración productiva eficiente es un pilar fundamental para brindar soluciones sostenibles a los problemas de adaptación en contextos socioeconómicos y ambientales cambiantes. Una gestión adecuada de los recursos productivos —humanos, financieros, tecnológicos y naturales— permite optimizar procesos, reducir costos y aumentar la capacidad de respuesta frente a riesgos asociados al cambio climático y a la volatilidad de los mercados. Desde un enfoque técnico, la administración productiva facilita la planificación estratégica, la implementación de sistemas de control y evaluación, y la asignación racional de insumos, lo que incrementa la resiliencia de las unidades productivas. Además, promueve la diversificación de actividades, la innovación en prácticas de manejo y la integración de criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones. Al garantizar una estructura organizativa eficiente y adaptable, se fortalece la competitividad de los sistemas productivos, se mejora la capacidad de anticipación ante escenarios adversos y se generan condiciones favorables para la sostenibilidad económica, social y ambiental de las comunidades.

2.2.2. Matriz de soluciones

Se recopilaron un total de 277 registros de soluciones en 35 de los 46 municipios visitados o contactados en Antioquia. Estas soluciones fueron sometidas a dos filtros para llegar a su expresión final:

2.2.2.1. Determinación de la tipología de las soluciones

Debido a la gran variedad de soluciones registradas, estas se clasificaron en dos grandes categorías:



- **Proyecto tipo:** se trata de soluciones que pueden ser ejecutadas a nivel municipal, ya sea desde las instituciones municipales o desde organizaciones de la sociedad civil. Para este tipo de soluciones, se elaboró una plantilla de proyecto tipo por solución, que se pondrán a disposición pública en la plataforma del proyecto de adaptación al cambio climático con el fin de facilitar la redacción de proyectos de pequeña escala (municipal o inferior) financiables por diferentes entidades públicas y privadas.
- **Ruta metodológica:** se trata de soluciones basadas en recursos legales e institucionales ya existentes en Colombia, con lo cual para su implementación solo se requiere seguir una ruta de activación correcta en las instituciones responsables de ejecutar la solución.

2.2.2.2. Armonización de soluciones

Del mismo modo que sucedió con las problemáticas, las soluciones fueron sometidas a un proceso de armonización que simplificara su lenguaje sin reducir su rigor, para que este sea comprensible por la mayor cantidad de público posible. Una de las modificaciones más destacables, ocurrida en esta fase, es la repartición de las soluciones de la dimensión de Recurso Hídrico entre las dimensiones de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, que ya acogía entre sus soluciones todas aquellas relativas a la Restauración y Conservación de Ecosistemas, y la dimensión de Infraestructura, hábitat y construcción, que pasó a ocuparse de todo lo relacionado con abastecimiento de agua, tratamiento de aguas residuales y drenaje urbano. La otra modificación consistió en la absorción de las soluciones de la dimensión de Gobernanza por parte de la dimensión de Medios de vida.

El *Anexo II. Armonización de soluciones* presenta el listado de soluciones completo junto con la armonización de nombres planteada a mayor detalle.

3. Brechas, aprendizajes y oportunidades

Los resultados presentados en este documento constituyen la síntesis de una de las actividades clave del proyecto «Diseño de herramientas metodológicas y técnicas de planeación y gestión para la formulación e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia». Estos resultados son la primera síntesis de un esfuerzo interdisciplinar de año y medio para comprender mejor el fenómeno del cambio climático en Antioquia y las necesidades de adaptación de sus municipios. Todas estas actividades de planeación metodológica, recopilación y análisis fueron realizadas con el rigor que caracteriza a las instituciones académicas.

Sin embargo, la adaptación al cambio climático es un campo de investigación relativamente, ya que, hasta ahora, el discurso internacional se había centrado casi exclusivamente en la mitigación del fenómeno, y



solo en los últimos años se ha alcanzado un consenso a nivel global de la necesidad de implementar acciones de adaptación al cambio climático. Por tanto, son muchos los retos y brechas que persisten en este campo de investigación, de los cuales la investigación adelantada en este proyecto no ha estado exenta. Por ello, se cree pertinente realizar este análisis crítico de los métodos y resultados de investigación seguidos en este proyecto, con el fin de contribuir al conocimiento en materia de adaptación al cambio climático, y a la progresiva mejora de proyectos similares a este que se estén llevando a cabo en otras regiones del mundo.

3.1. Brechas

Durante el desarrollo de la investigación detallada en este documento, nos encontramos con numerosas brechas que restringieron el diseño metodológico:

- **Dificultad de acceso a la información:** durante todo el proceso de investigación se encontraron dificultades de acceso a información sobre datos ambientales, sociales, económicos o de catastro urbano, por poner algunos ejemplos, en el departamento de Antioquia. Algunos datos accesibles, además, se actualizan con poca frecuencia y quedan obsoletos, dificultando el análisis de las condiciones más recientes que atraviesa el departamento. Por tanto, la ausencia o falta de acceso a la información impidió en muchos casos un análisis más profundo sobre ciertos fenómenos y dinámicas que el equipo de investigación consideraba necesario explorar. Sin embargo, desde el equipo se realizó un gran esfuerzo por cerrar esta brecha mediante la realización de análisis a partir de la información secundaria disponible, como se demuestra en los apartados 3.1.5. y 3.2.5., relativos a la espacialización de problemáticas presentes en Antioquia.
- **Carácter pionero del proyecto:** la investigación adelantada en este proyecto ha sido, en muchos de sus aspectos, pionera en el contexto colombiano, ya que, si bien existen análisis sobre mitigación y adaptación al cambio climático para Colombia, no se han encontrado investigaciones de escala municipal. Esta escala espacial requiere de un nivel de detalle mucho más grande, que, como se mencionó anteriormente, no siempre se encuentra disponible en la información de acceso abierto. Además, debido a que este nivel municipal se contempla para todo el departamento de Antioquia, se trata de 125 municipios que presentan tanto dinámicas propias como patrones de interrelación con el resto de municipios del departamento, lo cual requirió realizar análisis complejos y detallados sin tener apenas referentes bibliográficos sobre el tipo de metodología a seguir. Por tanto, este proyecto de investigación ha avanzado mucho a través de metodología inductiva, la formulación de hipótesis y el aprender haciendo.



- **Pasividad de los actores territoriales:** en ocasiones, la pasividad de los actores territoriales, en especial los institucionales, no permitió realizar entrevistas con ciertos municipios, restringiendo nuestra caracterización de los municipios de Antioquia. Muchos de los correos electrónicos de solicitud de contacto mandados a varias alcaldías o UMATA nunca fueron respondidos. En las visitas a actores de la sociedad civil, se mencionó en varias ocasiones la pasividad o indiferencia de las alcaldías frente a las propuestas innovadoras que la población de sus municipios está llevando a cabo. Esta actitud supone una brecha a la adaptación detectada en el territorio, cuyo cierre mediante la capacitación de instituciones municipales en materia de cambio climático podría ayudar a dinamizar propuestas territoriales valiosas para aportar a la solución de los problemas de los municipios, aumentando su resiliencia a los efectos del cambio climático.

3.2. Aprendizajes

La planeación y ejecución de la metodología para caracterizar Antioquia bajo un contexto de cambio climático, junto con el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, ha constituido una experiencia interdisciplinaria que deja valiosos aprendizajes:

- **Análisis de los datos:** como se ha mencionado en el apartado de Brechas, el carácter pionero de este proyecto ha supuesto un gran proceso de aprendizaje con respecto a los métodos y protocolos más eficaces para poder recopilar, organizar y analizar información territorial orientada a la adaptación al cambio climático. Durante la investigación, se presentaron numerosas idas y venidas con respecto a ciertos tipos de análisis, o en ocasiones se realizaron análisis redundantes entre sí, o análisis que no pudieron ser desarrollados en su totalidad por falta de información o porque resultaron no aportar como era esperado al proceso de investigación. Hubo metodologías, como la matriz de Vester, que resultó ser útil en las primeras etapas de la investigación, pero que después no resultó conveniente en las etapas finales. Otras, como la espacialización de problemáticas, se encontró con dificultad de acceso a la información, y en ciertas etapas, como la determinación de patrones espaciales, no arrojó resultados que pudieran ser utilizados en las etapas siguientes.
- **Causas del cambio climático en Antioquia:** si bien el proyecto tiene como objetivo la adaptación al cambio climático en el departamento, en las entrevistas con los actores se les dejaba la libertad para que ellos y ellas expusieran las problemáticas que consideraran importantes conversar con el equipo. De este modo, encontramos que la gran mayoría de las problemáticas que sufren los municipios de Antioquia no tienen una relación directa de causa-efecto con el fenómeno del cambio climático, sino que son problemas sociales y económicos estructurales, en muchos casos anteriores al cambio climático, que bajo este fenómeno aumentan la vulnerabilidad, sensibilidad y exposición de la población de Antioquia ante eventos



climáticos extremos. Por tanto, la adaptación al cambio climático en el departamento requiere de cambios transversales y profundos que no solo atienden a este fenómeno, sino a problemas crónicos que afectan desde hace mucho tiempo a Colombia.

- **Adaptación de los actores territoriales:** contactar y visitar iniciativas de la sociedad civil en los diversos municipios de Antioquia supuso un aprendizaje profundo sobre la diversidad de modos de adaptación que ya están produciéndose en el departamento. Si bien los actores no expresan que sus iniciativas están motivadas por «la necesidad de adaptación al cambio climático», muchos actores sí expresaron fuertes convicciones sobre la necesidad de relacionarse de forma diferente con el medio ambiente mediante la adaptación de las formas de producción, la necesidad de realizar labores de educación y reflexión colectiva para lograr una mayor sostenibilidad de la vida en los municipios o la urgencia de cuidar y proteger los recursos naturales. Además, muchos de ellos son también conscientes de las dinámicas de transformación que vienen afectando a sus municipios, como la falta de relevo generacional debido a la migración de los jóvenes a las ciudades, la falta de mano de obra, la excesiva fragmentación predial para construir parcelaciones o la irrupción del turismo como una nueva alternativa económica que puede traer tanto beneficios como perjuicios a la población.

3.3. Oportunidades

Por último, este proyecto de investigación, pese a tener una duración total de 4 años, ha generado insumos muy valiosos que pueden ser de gran utilidad para proyectos análogos y seguir ofreciendo oportunidades de análisis y aprendizaje en materia de adaptación al cambio climático:

- **Replicación de la metodología:** esta investigación ofrece una de las primeras rutas metodológicas para el análisis de adaptación al cambio climático en Colombia e incluso de América Latina y el Sur Global. Por tanto, una oportunidad que se deriva de este proyecto es la de enriquecer la evidencia científica sobre procesos de adaptación al cambio climático a través de la replicación o adaptación de esta metodología en proyectos similares, que a su vez podrán encontrar en ella nuevas brechas, aprendizajes y oportunidades.
- **Monitoreo al impacto del proyecto:** este proyecto tiene una duración total de 4 años, sin embargo, uno de los productos finales que se está desarrollando a partir de los resultados presentados en este documento es una plataforma virtual de acceso público en la que cualquier persona puede obtener información sobre las problemáticas relacionadas con el cambio climático en los municipios de Antioquia, así como las soluciones de adaptación más pertinentes según el contexto, y soporte documental que permita que los actores interesados puedan elaborar proyectos basados en estas soluciones para



conseguir financiación en diferentes organismos nacionales e internacionales. Por tanto, diseñar y ejecutar acciones de monitoreo orientadas a comprobar el impacto y uso de los insumos de la plataforma virtual a lo largo de los años podría ser clave para comprobar si este tipo de herramientas son eficaces para contribuir a la adaptación al cambio climático a nivel municipal.

- **Nuevos análisis:** los esfuerzos de investigación interdisciplinar dejan como resultado varias bases de datos extensas con información actualizada procedente de fuentes primarias. Estas bases de datos pueden utilizarse para realizar nuevos análisis que permitan responder otras preguntas de investigación relacionadas con la investigación socioambiental en Antioquia.
- **Conformación de base de datos de interés para la adaptación al cambio climático:** las brechas a las que se ha enfrentado este proyecto de investigación para acceder a información detallada y actualizada sobre las condiciones sociales, económicas y ambientales en Antioquia deberían ser tenidas en cuenta por las instituciones departamentales y nacionales de Colombia, ya que la adaptación al cambio climático es un tema de interés nacional. Por tanto, las brechas encontradas por este proyecto pueden ser un estímulo para que diversos actores institucionales y académicos refuercen su compromiso con el acceso fácil a datos de calidad y a una actualización más frecuente de estos datos, de modo que todas las regiones del país puedan ser analizadas y diagnosticadas para proponer las medidas de adaptación más adecuadas ante el fenómeno del cambio climático, que será uno de los retos globales del siglo XXI.



Bibliografía

- Bebbington, A. (1999). Capitals and capabilities: A framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty. *World Development*, 27(12), 2021–2044. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(99\)00104-7](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00104-7)
- Carney, D. (Ed.). (1998). *Sustainable rural livelihoods: What contribution can we make?* Department for International Development (DFID). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19991810326>
- CARE International. (2009). *Livelihoods toolkit: Framework for emergency response*. <https://www.care.org/our-work/disaster-response/emergency-toolkit/livelihoods/>
- CEPAL. (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. ISBN: 9789585754409. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37958-valoracion-danos-perdidas-ola-invernal-colombia-2010-2011>
- Chambers, R., & Conway, G. (1992). *Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century*. Institute of Development Studies (IDS). <https://www.ids.ac.uk/publications/sustainable-rural-livelihoods-practical-concepts-for-the-21st-century/>
- Chambers, R. (1989). *Vulnerability, coping and policy*. Institute of Development Studies (IDS). <https://www.jstor.org/stable/2759178>
- Chen, C., Noble, I., Hellman, J., Coffee, J., Murillo, M., & Chawla, N. (2023). *University of Notre Dame global adaptation initiative country index technical report*. University of Notre Dame.
- Coalición para la alimentación y el uso del suelo (FOLU). (2020). *Nueva Economía para la Alimentación y Uso del Suelo - FOLU Antioquia*. Disponible en: <https://folucolombia.org/wp-content/uploads/2021/04/Diagnostico-FOLU-Antioquia.pdf>
- Department for International Development -DFID-. (1999). *Sustainable livelihoods guidance sheets*. <https://www.gov.uk/research-for-development-outputs/sustainable-livelihoods-guidance-sheets> In Development Studies: <https://pubs.iied.org/10517iied>
- DNP, Minambiente & IDEAM. (2011). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Reduciendo los impactos del clima en el desarrollo de Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico/>
- Ellis, F. (2000). *Rural livelihoods and diversity in developing countries*. Oxford University Press. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jid.717>
- FAO. (n.d.). *La importancia de la agricultura en la actualidad*. Retrieved January 14, 2025, from <https://www.fao.org/4/a0015s/a0015s04.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). *Sustainable livelihoods and rural development*. <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/2c1/en/>
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., & Rothengatter, W. (2003). *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge University Press.



- Gobernación de Antioquia y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018). *Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia*. Bogotá, Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/PNACC/PIGCCT%20Antioquia.pdf>
- IDEAM, P., MADS, C., & CANCELLERÍA, F. (2017). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá, DC.
- Jiménez García, W. G. (2013). Hábitat y vulnerabilidad, reflexiones desde lo conceptual. *Luna azul*, (37), 196-218. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200013
- Morales-Casco, L. A., & Zúñiga-González, C. A. (2016). Impactos del cambio climático en la agricultura y seguridad alimentaria. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 2(1), 269-291. <https://doi.org/10.5377/RIBCC.V2I1.5700>
- Oxfam. (2002). *Economic justice campaign*. Oxfam International. <https://www.oxfam.org.uk/what-we-do/issues/economic-justice/>
- Vázquez, M. R. P., Fausto, R. I. M., Solano, C., Zugasti, C. G., & Villarreal, D. Z. (1986). El proceso de la producción agrícola. *Boletín ECAUDY*, 13(77), 3-14.
- Pirani, A., Fuglestvedt, J. S., Byers, E., O'Neill, B., Riahi, K., Lee, J. Y., ... & Tebaldi, C. (2024). Scenarios in IPCC assessments: Lessons from AR6 and opportunities for AR7. *npj Climate Action*, 3(1), 1. <https://www.nature.com/articles/s44168-023-00082-1>
- Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española. <https://www.rae.es/drae2001/>
- Scoones, I. (1998). *Sustainable rural livelihoods: A framework for analysis*. Institute of Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.
- Serrat, O. (2017). *Knowledge solutions: Tools, methods, and approaches to drive organizational performance*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_37
- Soriano, M. (2012). *Construcción Sostenible*. Escuela de Organización Industrial. https://oa.upm.es/56203/1/EOI_Construccion_Sostenible_Urbanismo.pdf
- Uchola, B. E. (2016). Agriculture: A Crop and Livestock Development System. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 6(2), 74-79. <https://doi.org/10.5923/J.IJAF.20160602.03>
- United Nations Development Programme (UNDP). (1997). *Human Development Report 1997*. Oxford University Press. <https://www.undp.org/publications/human-development-report-1997>
- UNICEF. (2008). *Social protection in the context of vulnerability and poverty reduction*. United Nations International Children's Emergency Fund. <https://www.unicef.org/socialpolicy/>
- World Bank. (2010). *A new framework for sustainable livelihoods*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/468261468333068881/a-new-framework-for-sustainable-livelihoods>



Yepes-Nuñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García, M., & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799. [10.1016/j.recesp.2021.06.016](https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016)



Anexo I. Armonización de problemáticas

Este anexo contiene el listado de las problemáticas, resultado de la unificación y armonización de la información recopilada en campo.

Dimensión	Categoría	Nombre original	Nuevo nombre
Biodiversidad y SE	Degradación por actividades productivas y extractivas	Deforestación en áreas del SINAP	Deforestación en áreas protegidas
		Deforestación por fragmentación predial	Deforestación por división de predios
		Degradación de ecosistemas por expansión de la frontera agrícola	Daño a los ecosistemas actividades agrícolas
		Degradación de ecosistemas por extracción minera	Daño a los ecosistemas por actividades mineras
		Degradación de ecosistemas por ganadería	Daño a los ecosistemas actividades ganaderas
	Degradación por prácticas socioculturales	Degradación de ecosistemas por especies invasoras	Daño a los ecosistemas por especies invasoras
		Incendios forestales	Incendios forestales
		Turismo masivo	Daño ambiental por turismo masivo
Recurso Hídrico	Calidad de agua inadecuada	El agua disponible para consumo humano no es potable.	Agua no potable para consumo humano
	Contaminación hídrica	Afectación por lixiviados y químicos derivados de actividades productivas y extractivas	Agua contaminada por sustancias químicas
		Depósito de residuos sólidos o desechos orgánicos en corrientes de agua.	Desechos sólidos en fuentes hídricas
		Vertimientos de aguas servidas por carencia o déficit de infraestructura de manejo adecuado.	Ausencia o insuficiencia de sistemas para el tratamiento de aguas residuales
	Déficit hídrico para abastecimiento humano	Insuficiencia en la cantidad de agua por usos inadecuados del suelo en las partes altas de las cuencas	Insuficiencia en la cantidad de agua en las partes altas de las cuencas.
		Restricción en el acceso al agua por exceso en la demanda, asociado con parcelaciones y fragmentación predial	Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones
	Déficit hídrico para actividades productivas	Disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos	Disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos



Dimensión	Categoría	Nombre original	Nuevo nombre
		Sobreexplotación del recurso hídrico por cultivos agroindustriales	Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales
	Pérdida de Servicios Ecosistémicos relacionados con el agua.	Deforestación y cambio de usos del suelo por expansión de la frontera agropecuaria	Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias.
		Insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados con la regulación y rendimiento hídrico de las cuencas	Insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados al agua
		Intervenciones inadecuadas en los márgenes de fuentes hídricas	Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados
		Pérdida de la vegetación natural protectora de las rondas hídricas y nacimientos	Deforestación en nacimientos de agua
Agricultura	Débil apoyo al campo	Asistencia técnica deficiente	Ineficiente asistencia técnica para agricultores
	Disminución de la producción agrícola y pecuaria	Cambio de vocación económica de los campesinos	Cambio de actividad económica de los campesinos
		Deterioro de la salud animal por contaminación con agroquímicos	Deterioro de la salud animal por contaminación con agroquímicos
		Disminución de producción por factores ambientales	Disminución de producción por factores climáticos
	Falta de tecnificación agropecuaria y problemas fitosanitarios	Ausencia de tecnología en la producción agropecuaria	Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria
		Incremento de enfermedades en producción agropecuaria por factores ambientales	Aumento de enfermedades en cultivos y ganado
	Inadecuadas prácticas agrícolas	Daños ambientales causados por prácticas agrícolas	Daños ambientales causados por prácticas agrícolas
		Pérdida de las prácticas tradicionales agrícolas	Pérdida de prácticas agrícolas tradicionales
		Prácticas inadecuadas en la actividad agraria	Manejo inadecuado de los cultivos
		Uso del suelo incompatible con su vocación	Uso inadecuado del suelo
Infraestructura-Hábitat-Construcción	Gestión de servicios básicos	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la distribución y abastecimiento de agua.	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la distribución de agua
		Infraestructura de servicios básicos afectada por fenómenos hidrometeorológicos	Servicios básicos afectados por eventos climáticos.
		Ausencia o insuficiencia de espacio público	Ausencia o insuficiencia de espacio público



Dimensión	Categoría	Nombre original	Nuevo nombre	
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para acopio y tratamiento de residuos sólidos.	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para almacenamiento y tratamiento de residuos sólidos.	
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el almacenamiento de agua.	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el almacenamiento de agua.	
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para disposición de aguas residuales.	Ausencia o insuficiencia de sistemas para el tratamiento de aguas residuales	
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el tratamiento de agua para el consumo humano.	Ausencia o insuficiencia de plantas para potabilización de agua	
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para el tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD)	Ausencia o insuficiencia de lugares para la gestión de residuos de construcción y demolición.	
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la captura de agua. (bocatomas y pozos)	Ausencia o insuficiencia de bocatomas y pozos para captación de agua	
		Ausencia o insuficiencia de infraestructura para la generación y distribución de energía eléctrica.	Ausencia o insuficiencia de infraestructura para generación y distribución de energía eléctrica	
	Infraestructura frente a fenómenos hidrometeorológicos. (movimientos de remoción en masa; inundaciones y desbordamientos; avenidas torrenciales, vendavales y erosión).	Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte	Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte	
		Ausencia de edificaciones críticas para la gestión del riesgo	Ausencia o insuficiencia de centros de emergencia para la atención a desastres.	
		Ausencia de redes de alerta temprana	Falta de sistemas de alerta temprana	
		Daños en asentamientos humanos	Asentamientos humanos afectados por eventos climáticos	
	Transformación Urbana y Territorial	Infraestructuras que generan procesos de mal adaptación ambiental.	Infraestructura que agrava los problemas ambientales	
		Aplicación de técnicas constructivas inadecuadas	Uso inadecuado de técnicas de construcción	
		Déficit cualitativo y -o- cuantitativo de vivienda	Ausencia o insuficiencia de viviendas adecuadas	
			Materiales constructivos inadecuados	Uso de materiales inadecuados en las construcciones del lugar.
	Gobernanza	Ausencia de asociatividad	Falta de Conocimiento para constituir, formalizar jurídicamente la asociación comunitaria o democrática, así	Falta de conocimiento y espacios físicos para formalizar asociaciones comunitarias



Dimensión	Categoría	Nombre original	Nuevo nombre
		como para formular, planear y gestionar estratégicamente a proyectos, así mismo se tienen dificultades o falencias al momento de acceder a espacios físicos, recursos económicos (entidades públicos o privados) y la tecnificación necesaria para la operación y ejecución de proyectos.	
	Planificación y control urbanístico	Deficiencias en la implementación de estrategias locales de gestión del riesgo (acciones preventivas y atención inmediata).	Deficiencias en la implementación de estrategias locales para reducción del riesgo
Medios de vida	Ingresos	Afectación económica por el modelo de Turismo	Impacto negativo del turismo en la economía
		Baja asociatividad económica	Bajo nivel de asociatividad económica
	Productividad	Deficiente planificación productiva	Mala planificación en la producción y comercialización agropecuaria.
		Poca diversificación y división del trabajo	Falta de formación para la constitución de pequeñas empresas
		Limitación ingreso al mercado	Dificultad para formalizar la comercialización de la producción.
		Mal uso de productos químicos	Daño ambiental por malas prácticas agrícolas
		Impacto de infraestructura vial disminuye la producción	Falta de infraestructura vial para el transporte de la producción.
		Falta de acceso al agua	Falta de acceso al agua para la producción agropecuaria
		Deficiente funcionamiento del centro de acopio	Centros de acopio ineficientes
	Deficiente infraestructura productiva	Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria	
	Educación	Débil formación técnica	Falta de formación técnica para la planificación de la producción agropecuaria
	Pérdida prácticas culturales	Retorno a la ruralidad	Débil asimilación de la población migrante
		Pérdida de conocimientos/prácticas tradicionales	Desaparición de conocimientos y tradiciones
Débil apoyo a proyectos cívicos/culturales		Poco apoyo a proyectos culturales y cívicos	



Anexo II. Armonización de soluciones

Este anexo contiene el listado de las soluciones, resultado de la unificación y armonización de la información recopilada en campo.

Dimensión	Nombre original	Nuevo nombre
Biodiversidad y Servicios ecosistémicos	Conformación de áreas protegidas locales	Creación de áreas protegidas locales
	Conformación de áreas de conservación	Creación de áreas de conservación
	Implementación de instrumentos para el control y la planificación turística como la de capacidad de acogida	Regulación del turismo de naturaleza para reducir daños ambientales
	Implementación de instrumentos para el control de especies invasoras	Control de especies invasoras
	Control ambiental	Control ambiental
	Rehabilitación en ecosistemas degradados	Restauración de ecosistemas degradados
	Recuperación de ecosistemas degradados	
Restauración de ecosistemas degradados		
Agricultura	Enfoques regenerativos de Ganadería	Ganadería regenerativa
	Sistemas productivos sostenibles y/o resilientes	Silvopastoreo
	Agricultura orgánica (certificación, mercados específicos, producción comercial).	Agricultura orgánica
	Prácticas Agroecológicas (Conocimientos tradicionales, cultural, sin químicos).	Prácticas agroecológicas
	Diversificación productiva (Diversificación de cultivos, estrategias de adaptación agrícola con variedades de especies locales más resistentes)	Diversificación productiva de cultivos.
	Agroforesta	Agroforestería
	Integración de prácticas agrícolas tradicionales con tecnologías modernas	Uso de nuevas tecnologías en la agricultura tradicional
	Creación de cultivos comunitarios para la autonomía agrícola	Cultivos comunitarios
	Creación de Banco de semillas comunitario (Incentivar el intercambio de semillas nativas a nivel municipal)	Banco de semillas comunitario
	Creación de redes de apoyo	Redes de apoyo entre agricultores
Infraestructura, hábitat y construcción	Construcción y/o adecuación de infraestructura para el abastecimiento de agua.	Sistemas de abastecimiento de agua
	Construcción y/o adecuación de infraestructura para el saneamiento de aguas residuales.	Sistemas de tratamiento de aguas residuales



Dimensión	Nombre original	Nuevo nombre
	Plantear sistemas de drenaje urbano para controlar la escorrentía en áreas urbanas, reduciendo la erosión del suelo y el riesgo de inundaciones.	Sistemas de drenaje urbano
	Implementar sistemas de contención para controlar el cauce de los ríos, prevenir la erosión de los márgenes, contener taludes. (infraestructura verde)	Sistemas para el control de la erosión en los causes de ríos y taludes.
	Acondicionar el terreno contra la erosión por lluvias, inundaciones e incendios. (infraestructura verde, gris)	Guía de estrategias de protección ante lluvias, inundaciones e incendios
	Desarrollar estrategias de adecuación ante vendavales (infraestructura verde y gris)	Guía de estrategias para resistir vendavales
	Implementar sistemas de alerta temprana y Monitoreo	Sistemas de alerta y monitoreo
	Diseñar estrategias para el manejo de microclima.	Guía de estrategias para mejorar el clima local
	Crear e implementar mecanismo para generar comunidad energética.	Sistemas para el abastecimiento de energías renovables
	Crear y/o Implementar planes de rehabilitación y mantenimiento de infraestructura de transporte	Guía de infraestructura de transporte
	Diagnosticar, mejorar y /o implementar infraestructura crítica (acotar tipologías de infraestructuras criticas priorizadas, POT y plan de gestión del riesgo)	Manual de desarrollo de tipologías de infraestructura critica
	Formular rutas sobre diferentes tipologías edificatorias adaptadas a contextos específicos (diagnostico e implementación de tipologías para cada contexto)	Manual de desarrollo de tipologías de edificaciones residenciales
	Formular rutas sobre diferentes tipos de espacios públicos	Manual de desarrollo de tipologías de Espacios públicos
	Implementación de infraestructura para la producción, distribución, venta y consumo de productos agropecuarios	Manual de desarrollo de tipologías de edificaciones productivas
	Formular rutas sobre diferentes técnicas constructivas y materiales alternativos	Guía de aplicación de técnicas constructivas adaptadas a cada contexto
Medios de vida	Articulación y Fortalecimiento de la Gobernanza Comunitaria y Participación Ciudadana	Fomento a la gobernanza ciudadana
	Fortalecer las labores de monitoreo con ayuda de las comunidades.	Fortalecer las labores de monitoreo por parte las comunidades.
	Acompañar procesos productivos que estén alineados a la identidad cultural de la región.	Procesos productivos basados en prácticas culturales tradicionales



Dimensión	Nombre original	Nuevo nombre
	Capacitar en prácticas sostenibles sobre economía y vida rural	Formación en prácticas rurales sostenibles
	Capacitar sobre técnicas de construcción sostenible	Formación en construcción sostenible
	Formar la población en alternativas productivas diferentes a las tradicionales.	Diversificación de actividades productivas
	Capacitar en manejo agropecuario	Formación en actividades agropecuarias
	Generar rutas o estrategias de acompañamiento para la formulación de proyectos en las diferentes escalas.	Fortalecer iniciativas orientadas a la Formulación de proyectos
	Implementar soluciones basados en la integración de herramientas online para la comercialización de productos agropecuarios con el propósito de descentralizar su comercialización y la captación de nuevos mercados.	Comercialización online de la producción agrícola
	Fomento a la educación inclusiva, formación dual (empresa-academia) mediados con tecnología.	Fortalecer las practicas académicas en ofertas laborales del municipio, que potencien el desarrollo territorial
	Realizar acompañamiento al sistema productivo hasta que haya apropiación social para asegurar sostenibilidad del mismo	Fortalecer las capacidades institucionales orientadas a buscar financiación
	Fortalecimiento de las capacidades institucionales orientadas a gestionar financiamiento a los procesos de conservación de la biodiversidad y proyectos con criterios de cambio climático (rutas de financiación)	Incentivar proyectos de formación en nuevos emprendimientos en contexto de transformaciones territoriales
	Definir principios, criterios, lineamientos que permitan desarrollar proyectos con enfoque diferencial	Marco de actuación del enfoque diferencial
	Difusión de mecanismos de protección o financiamiento a pequeños productores (ruta, cartilla, manual).	Fortalecer un modelo de producción económico basado en economía naranja
	Establecer un esquema de gobernanza (transversal) para las soluciones. Todo proyecto debe tener una ruta de gobernanza.	Programa de difusión de prácticas de protección y/o financiamiento a pequeños productores (proteccionistas financiera)
	Creación de espacios para integrar el conocimiento de la población para impulsar las capacidades en proyectos municipales y/o comunitarios.	Marco de actuación bajo un modelo de gobernanza